



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXVIII

Број: 14/2013

Нови Сад

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

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

Уређивачки одбор:

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

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

Редакција:

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

Проф. др Драгољуб Новаковић
Мр Мирослав Зарић
Бисерка Милетић

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

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

Председник Савета: проф. др Радослав Радивојевић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

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

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

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

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

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

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 01.10.2013. до 20.10.2013. год., а који се промовишу 24.11.2013. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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

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

У овој свесци, са редним бројем 14., објављени су радови из области:

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

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

- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине,
- мехатронике,
- геодезије и геоматике и
- регионалне политике и развоја.

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

Strana

Radovi iz oblasti: Mašinstvo

1. Sava Balać, Branko Škorić,
PLAZMA TERMOHEMIJSKI POSTUPCI 2485
2. Marko Radić,
SUŠENJE, KARAKTERISTIKE I KVALITET PRIRODNOG GASA 2489
3. Aleksandar Baba, Dušan Gvozdenač,
PRIMENA TOPLLOTNE PUMPE I FAN COIL UREĐAJA U STAMBEHOJ ZGRADI PRI
POBOЉŠANOM IZOLACIЈOM STAMBEHE ZGRADE 2493
4. Dejan Antelj, Ninoslav Zuber,
IDENTIFIKACIЈA POЈEDINIH TIPOVA OŠTEĆENЈA ROTIRAJUĆE MAŠINE PRIMENOM
SPEKTRALNE ANALIZE NAD SIGNALIMA MEHANIČКИH VIBRACIЈA 2497
5. Davor Dujmović, Velimir Todić,
BIZNIS PLAN ZA PROIZVODNЈU KANCELARIJSKOG NAMEŠTAЈA U PREDUZEĆU D.O.O.
OFFICE LINE 2501

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Dario Đanić,
PRIMENA UNAPREĐENE REGULACIЈE NAPONA U REALNOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI 2505
2. Danka Antić,
REALIZACIЈA VIRTUALNE LABORATORIЈE U LABVIEW PROGRAMU 2509
3. Petar Orlić, Dejan Reljić, Veran Vasić, Đura Oros,
REALIZACIЈA OPTEREĆENЈA MAŠINE JEDNOSMERNE STRUЈE NAPAЈANE IZ
ČETVOROKVADRANTNOG PRETVARAČA DCS800 2513
4. Mladen Nikolić,
ELEKTROKARDIOGRAЈ SA BLUETOOTH 4.0 INTERFEJSOM 2517
5. Nenad Milanović,
APLIKACIЈA ZA PRIKUPLЈANJE LOGOVA SA UDALJENIH KONTROLNIH SISTEMA I
SPREGU SA TOTALOBSERVER-OM 2521
6. Milan Kondić,
ELEKTRANE NA GAS SA KOGENERACIЈOM 2525
7. Milica Jelić,
REINŽENЈERING MODULA INFORMACIONOG SISTEMA ZA PODRŠKU UPRAVLЈANЈA
LЈUDSKIM RESURSIMA U BANCИ 2529
8. Marin Radak,
UREĐAJ ZA SIMULACIЈU VIŠE VRSTA SENZORA „MULTI-SENZOR SIMULATOR MSS-
1010“ 2533

9.	Novica Stuparević, PRAĆENJE PROMENA SADRŽAJA I PRAVA PRISTUPA FAJLOVA	2537
10.	Немања Ратић, АУТОМАТСКО ПОДЕШАВАЊЕ ПАРАМЕТАРА ПИ РЕГУЛАТОРА ПРИМЕНОМ МЕНТА ПРОГРАМСКОГ ОКРУЖЕЊА	2541
11.	Marija Đurković, Milan Sečujski, METODA FONETSKE SEGMENTACIJE GOVORNOG SIGNALA NEZAVISNA OD TEKSTA; konferencija TAKTONS, Novi Sad, novembar 2013.	2545
12.	Marko Pecić, Nikša Jakovljević, Milan Sečujski, POBOLJŠANJE KVALITETA GOVORNOG SIGNALA PRIMENOM VINEROVOG FILTRA; konferencija TAKTONS, Novi Sad, novembar 2013.	2549
13.	Danilo Terzić, MEĐUAUTOMOBILSKE KOMUNIKACIJE	2553
14.	Željko Ivković, IMPLEMENTACIJA PODLOGE ZA SARADNJU KROKI ALATA ZA SKICIRANJE POSLOVNIH APLIKACIJA SA ALATIMA ZA UML MODELOVANJE OPŠTE NAMENE	2557
15.	Dejan Đumić, IMPLEMENTACIJA I2C MASTER KONTROLERA SA AXI INTERFEJSOM	2561
16.	Vlada Kalinić, FORMALNA VERIFIKACIJA I2C KONTROLERA SA AXI INTERFEJSOM	2565
17.	Nemanja Hranisavljević, IMPLEMENTACIJA REAL-TIME BAZE PODATAKA SA VREDNOSTIMA DOBIJENIM SIMULACIJOM	2569
18.	Mladen Kanostrevac, IMPLEMENTACIJA PRISTUPA REAL TIME BAZI PODATAKA U SCADA SISTEMU	2573
19.	Željko Filipović, Marko Gecić, Darko Marčetić, JEDNA REALIZACIJA MODERNIH KOMUNIKACIONIH PROTOKOLA NA PLC S7-1200	2577
20.	Milorad Božić, IMPLEMENTACIJA NAMENSKIH JEZIKA I GENERATORA KODA U VISUAL STUDIO VMSDK OKRUŽENJU	2581
21.	Radovan Čelić, REALIZACIJA UPRAVLJANJA PAMETNIM UTIČNICAMA POMOĆU BEŽIČNE SPREGE	2585
22.	Danka Brajković, OTPORNI SENZOR SILE REALIZOVAN NA FLEKSIBILNOM SUPSTRATU	2589
23.	Igor Vidaković, ANALIZA TEHNIKA ZA ISTRAŽIVANJE PODATAKA DATIH U OBLIKU VREMENSKIH SERIJA... ..	2593
24.	Aleksandar Spasojević, DISTRIBUIRANO REŠENJE AUTOMATSKE KONTROLE I UPRAVLJANJA RESURSIMA U PRIVATNOM CLOUD OKRUŽENJU	2597
25.	Milana Jakšić, Željen Trpovski, POREĐENJE KAPACITETA BEŽIČNIH I OPTIČKIH MREŽA	2601

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1.	Tamara Koš, Nebojša Radović, IDEJNO – INŽENJERSKO REŠENJE REKONSTRUKCIJE POVRŠINSKE RASKRSNICE U VRBASU SA FORMIRANJEM KRUŽNOG TOKA	2605
2.	Mladen Milinković, TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA IZGRADNJE OSNOVNE MUZIČKE ŠKOLE U LOZNICI SA PRAĆENJEM REALIZACIJE PROJEKTA.	2609
3.	Miloš Milanović, OPERATIVNO UPRAVLJANJE IZVRŠENJEM RADOVA	2613
4.	Nemanja Zlatić, IZBOR OPTIMALNE MEHANIZACIJE ZA ZEMLJANE I BETONSKE RADOVE PRI IZGRADNJI JEDNOG POSLOVNOG OBJEKTA	2616

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Borislav Vukov,
GPS – PRINCIP RADA I PRIMENA U PRAĆENJU VOZILA 2620
2. Luka Srdić,
ANALIZA PARAMETARA SAOBRAĆAJNOG TOKA NA NESIGNALISANIM PEŠAČKIM
PRELAZIMA 2624
3. Младен Матовић,
БРЗИНА КАО ФАКТОР БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА 2628
4. Aleksandar Jakovljević,
OPTIMALNA ORGANIZACIJA MEĐUNARODNOG PREVOZA NA RELACIJI ZRENJANIN-
BANJA LUKA 2632
5. Marko Marković,
ANALIZA PONAŠANJA VOZAČA NA NESTANDARDNIM NESIGNALISANIM
RASKRSNICAMA 2636
6. Miloš Popović,
UPRAVLJANJE KVALITETOM LOGISTIČKIH USLUGA U POŠTI CARINJENJA..... 2640
7. Bojan Gmitrović, Dragana Šarac,
UNAPREĐENJE ORGANIZACIJE POŠTANSKE MREŽE I DOSTAVE NA PODRUČJU NASELJA
KLISA 2644

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Snežana Grabovica, Uroš Nedeljković, Irma Puškarević,
EFEKTIVNOST OGALAŠAVANJA HRANE I PIĆA GASTRONOMSKIM IKONAMA ILI
TROPAMA U ŠTAMPANIM OGLASIMA: EMPIRIJSKO ISTRAŽIVANJE 2648
2. Olja Vučićević, Uroš Nedeljković,
ISTRAŽIVANJE UTICAJA GRAFIČKOG DIZAJNA AMBALAŽE ZA ČAJ NA EMOCIJE I
STAVOVE POTROŠAČA 2652
3. Ana Unkašević, Živko Pavlović,
UTICAJ DUBINE ŠTAMPAJUĆIH ELEMENATA NA KVALITET OTISKA U TAMPON ŠTAMPI.... 2656
4. Marija Jotanović, Uroš Nedeljković,
OBLIKOVANJE ANIMIRANIH KARAKTERA ZA SAMOSTALNO MERENJE EMOCIJA U
DIMENZIONALNOM MODELU PAD 2660
5. Gabor Terečik-Nađ,
DIGITALNI MANIPULACIONI ASPEKTI FOTOGRAFIJE ANDREASA GURSKOG 2664

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Vladimir Garboš, Miljana Zeković, Višnja Žugić,
STUDIJA EFEMERNE ARHITEKTURE MUZIČKOG FESTIVALA NA PRIMERU IDEJNOG
REŠENJA „EGZIT“ FESTIVALA 2668
2. Vera Dobanovački, Jelena Atanacković-Jeličić,
REVITALIZACIJA STAROG MLINA U KAČU – KULTURNI CENTAR 2672
3. Branislav Milićević, Karl Mičkei, Radivoje Dinulović,
NEMAČKI KULTURNI CENTAR 2676

PLAZMA TERMOHEMIJSKI POSTUPCI

PLASMA THERMOCHEMICAL TREATMENTS

Sava Balać, Branko Škorić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Inženjerstvo površina predstavlja veoma bitnu oblast u mašinstvu. U ovoj oblasti mašinstva svoju primenu su našli razni postupci kao što su CVD, PVD, plazma sprejng, ali i unapređeni „stari“ postupci kao što su plazma cementacija ili plazma nitriranje. Tema ovog rada jeste upravo definisanje tih unapređenih postupaka, kao i prikazivanje osnovnih elemenata mehanike loma, uz konkretnu primenu nekih njihovih delova kao što je žilavost loma na stvarni uzorak.

Abstract – Surface engineering is very important domain in mechanical engineering. In this domain of mechanical engineering procedures like PVD, CVD, plasma spraying, and old upgraded procedures like plasma carburizing or plasma nitriding found their application. The main theme of this work is define this upgraded procedures and also define the basic elements of fracture mechanics, with actual application on real samples.

Ključne reči: Inženjerstvo površina, plazma cementacija, plazma nitriranje, mehanika loma, žilavost loma.

1. UVOD

Inženjerstvo površina predstavlja pod-disciplnu nauke o materijalima, i ono se bavi površinama čvrstih materija. Ono svoju primenu nalazi u automobilske, raketne, svemirske, energetske, biomedicinske, naftne, tekstilne i mnogim drugim industrijama. Inženjerstvo površina podrazumeva menjanje svojstava površine u cilju smanjenja degradacije tokom vremena. To se postiže tako što se površina učini „jačom“ od sredine u kojoj se koristi. Osobine materijala koje se menjaju su:

- Zamor
- Otpornost na habanje
- Otpornost na koroziju
- Specijalne osobine (Dekorativne karakteristike)

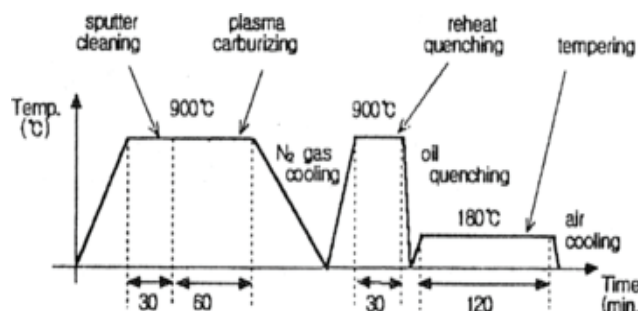
Plazma tehnologije predstavljaju sastavni deo inženjerstva površina. Kad su u pitanju plazma tehnologije, termin plazma označava stanje takozvane gasne plazme, odnosno radnu atmosferu čije energetske stanje omogućava formiranje jonizovanih čestica u gasu, a njihova koncentracija znatno utiče na osobine gasa. Pravilan naziv za plazmu bi bio jonizovani gas ili električno pražnjenje u

gasovima, međutim u znak zahvalnosti fizičarima se naziva se plazma tehnologija.

Pokazalo se da više energetske stanje (plazma stanje) omogućava primenu poznatih tehnoloških postupaka uz značajne prednosti, ali takođe su razvijeni i specijalni tehnološki postupci koji su mogući samo uz primenu plazme. Kako jedinstvena klasifikacija tehnoloških postupaka ne postoji, ona se može izvesti prema osobinama plazme ili prema područjima njene primene.

2. PLAZMA CEMENTACIJA

Cementacija predstavlja proces dodavanja ugljenika na površinu niskougljeničnog čelika na temperaturi između 820 – 950°C, na kojoj austenit postaje stabilna kristalna struktura, slika 1. Plazma cementacija predstavlja termohemijski proces obrade površine. Kao što je slučaj kod gasne cementacije ugljenik difunduje unutar niskougljeničnih, srednje-ugljeničnih, i nisko-legiranih čelika u austenitnom obliku i na taj način stvara materijal čvrste površine, a žilave unutrašnjosti. Proces se sprovodi u vakuumskim pećima sa integrisanim rezervoarom za hlađenje (uglavnom ulje). Komora radi na smanjenom pritisku od 0.1 – 3 KPa i na temperaturi od 950°C ili manje. U plazma cementaciji radni predmet predstavlja katodu, a vakuumaska komora anodu. Komponente se održavaju na naponu od 400-800 V dok hidro-ugljenični gas (metan ili propan) razblažuju azot, vodonik ili argon koji se uvodi u komoru brzinom od nekoliko litara u minuti. Stvara se sloj tinjave plazme koji se nalazi oko površine radnog komada, te ova plazma sadrži elementarni ugljenik koji se rastvara po površini radnog komada. Kad se cementacija završi protok gasa i plazme se zaustavlja, a komponente se održavaju na temperaturi u vakuumu da ugljenik nastavi difuziju u površinu komada. Kao rezultat toga stvara se jedinstven ugljenični profil preko cele površine.



Slika 1. Šematski prikaz plazma cementacije

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Branko Škorić, red.prof.

Oprema za plazma cementaciju mora da ispunji nekoliko uslova a to su:

- Oksidacija nesme da se odvija po granicama zrana, a završna površina mora da bude čista i sjajna
- Cementacija treba da bude brza i na nižim temperaturama
- Cementacija treba da bude visoke koncentracije da bi mogli da se lako cementiraju materijali kao što su: nerđajući čelici, sinterovani metali itd.
- Trebaju da obezbede manji utrošak energije i da budu po propisima što se tiče zagađenja životne sredine.

3. PLAZMA NITRIRANJE

Termin nitiranje se odnosi na termohemiski postupak kod koga se u površinu čelika, ali i titanijuma, aluminijuma i molibdena uvodi azot. Ovde se odigrava difuzioni proces, te se on bazira na rastvorljivosti azota u metalu. Postoji više tipova nitiranja, a to su:

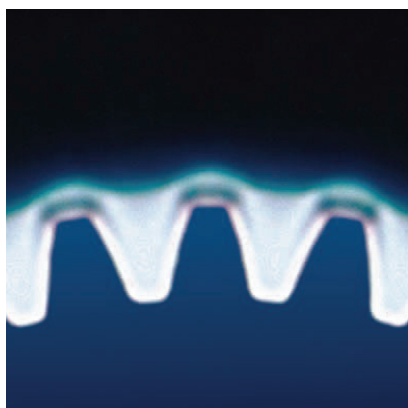
- Gasno nitiranje
- Nitiranje u sonim kupatilima
- Plazma nitiranje

Plazma nitiranje, takođe se zove i jonsko nitiranje. Ono koristi fenomen tinjavog pražnjenja da bi se uveo elementarni azot u površinski sloj i da se raširi po njemu. U vakuumu se koristi visokonaponska električna energija da bi se formirala plazma kroz koju se joni azota ubrzavaju, te oni utiču na radni predmet. Ovo jonsko bombardovanje zagreva i čisti radni predmet, a u tom procesu aktivno učestvuje azot. Procesi koji se dešavaju tokom plazma nitiranja su dati u sledećim hemijskim jednačinama:

$N_2 + e^- \rightarrow N + N + e^-$ - direktna plazma disocijacija

$N + e^- \rightarrow N^+ + 2e^-$ - plazma jonizacija

Potom azotni joni N^+ difunduju dalje u površinu radnog komada kao fino disperzovani nitridi, te prenose visoku čvrstoću na površinu. Tako se postiže površinsko ojačavanje. Tokom procesa plazma nitiranja, unutar peći se emituje ljubičasti sjaj, slika 2



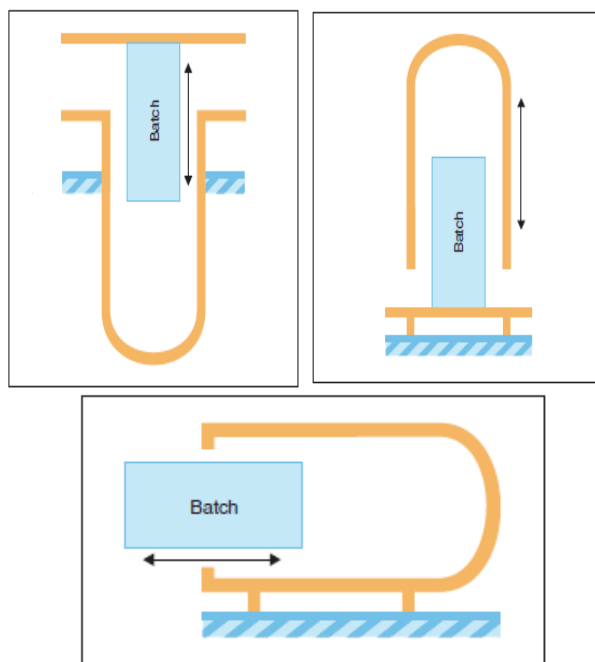
Slika 2. Pojava tinjavog pražnjenja tokom plazma nitiranja

3.1. Oprema za plazma nitiranje

Uređaji za plazma nitiranje se sastoje od (slika 3):

- Vakuumske komore
- Plazma generatora
- Kontrolnog sistema

- Sistema za vakuum
- Sistema za snabdevanje gasom



Slika 3. Šematski prikaz komore: jamastog oblika (gore levo), zvonastog oblika (gore desno), za robusne komade (dole)

3.2. Prednosti korišćenja plazma nitiranja

Plazma nitiranje pokazuje određene prednosti u odnosu na konvencijalno gasno nitiranje:

- Mogućnost da se automatizuje proces koji daje dobru ponovljivost rezultata
- Kraće vreme trajanja ciklusa
- Nema opasnosti za životnu sredinu
- Poboljšana kontrola dubine nitrinog sloja
- Sposobnost biranja sloja koji odgovara načinu korišćenja
- Dobra svojstva kao što su: trenje, habanje, zamor
- Visoka tvrdoća tretiranog sloja
- Fleksibilnost u nitiranju nerđajućeg čelika i legura titanijuma
- Mogućnost da se smanji temperatura nitiranja i da se ograniči krivljenje

3.3. Primena plazma nitiranja

Prvobitna primena plazma nitiranja je bila ograničena na alate i uređaje kao što je ekstruder zavrtnjeva. Međutim vremenom je plazma nitiranje pronaslo primenu u raznim industrijama kao što su: automobilska, naftna, hemijska, prehrambena i mnogim drugim industrijama.

4. MEHANIKA LOMA

Postoje četiri osnovna modela lomova:

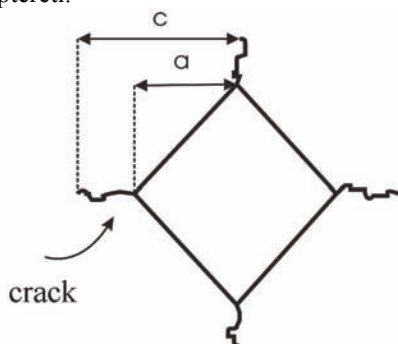
- Duktilni lom
- Krti lom
- Zamorni lom
- Dekohzivni lom

4.1. Uslovi za krti lom

Do krtog loma dolazi kada prslina u materijalu dostigne kritičnu vrednost, ili kada napon koji deluje na prslinu dostigne kritičnu vrednost. Kada faktor intenziteta napona dostigne kritičnu vrednost, ona se usvaja kao žilavost loma K_{Ic} . Žilavost loma se ispituje na razne načine, čak se može iskoristiti tvrdoća u cilju dobijanja vrednosti žilavosti loma.

4.2. Korišćenje tvrdoće u cilju dobijanja žilavosti loma

Moguće je da se prilikom merenja tvrdoće dođe u mogućnost da se dobiju druge karakteristike materijala kao što su žilavost loma ili modul elastičnosti. Jedna od mogućnosti je da se žilavost loma odredi nakon utiskivanja Vickersovog utiskivača. On sadrži odnos dužina pukotina koji je prikazan na slici 4. Pukotine rastu na uglovima Vickersovog utiskivača kada se uzorak koji se ispituje opteret.



Slika 4. Izgled utisnute površine nakon dejstva vickersovog utiskivača

Pritom se koristi Niharina relacija da bi se izračunala žilavost loma.

$$K_{Ic} = 0,067 \left(\frac{E}{Hv} \right)^{0,4} Hv a^{0,5} \left(\frac{c}{a} \right)^{-1,5} \quad (1)$$

Gde su:

K_{Ic} – žilavost loma $\left(\frac{MPa \cdot m}{m^2} \right)$

H – tvrdoća po Vickersu (MPa)

E – Yangov modul elastičnosti (MPa)

c – srednja vrednost dužine prsline nastale nakon dejstva Vickersovog utiskivača (μm)

a – sredina dužine dijagonale otiska nastalog posle utiskivanja

5. ISPITIVANJE MIKROSTRUKTURE

Deo naučne oblasti koja se bavi ispitivanjem strukture metalnih materijala naziva se metalografija. Njen osnovni zadatak je da strukturu materijala što vernije i jasnije prikaže i fotografskim ili elektronskim snimkom dokumentuje.

Konvencionalne metode ispitivanja strukture materijala su:

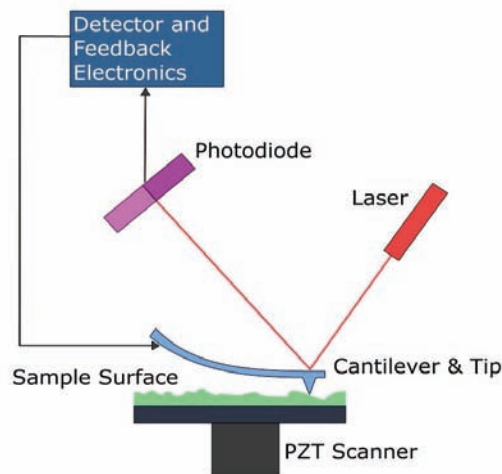
- Ispitivanje svetlosnim mikroskopom (SM)
- Ispitivanje skeniranjem elektronskim mikroskopom (SEM)
- Ispitivanje transmisivnim elektronskim mikroskopom (TEM)
- Elektronskom mikroanalizom (EMA)

5.1. Uvod u SPM

SPM ili (mikroskopija sa skenirajućom sondom), je omogućila razvoj niza tehnologija u oblasti mikroskopije kao što su: AFM, STM, FFM, MFM, EFM... Najvažnija od ovih tehnologija je AFM tehnologija.

5.2. AFM- mikroskopija atomskih sila

AFM mikroskopija je metoda stvaranja topografskih slika raznih površina, slika 5. Topografske slike se stvaraju pomoću sile koja se javlja između oštrog vrha AFM-a i površine uzorka. AFM sistemi imaju različita područja primene u zavisnosti od osobina materijala. Igla nano veličine je postavljena na kraj Si opruge i ona se koristi kao senzor sile. AFM takođe ima i laserski podsistem. Laserski zrak se fokusira na vrh igle i svako skretanje zraka se meri sa pomoću fotodetektora. Kada vrh skenira površinu uzorka sila između površinskih atoma i vrha ostaje konstantna zbog povratnog sistema. Merenje svakog pokreta vrha daje sliku površine uzorka koji se meri.



Slika 5. Princip rada AFM-a

6. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalni deo rada se sastoji od:

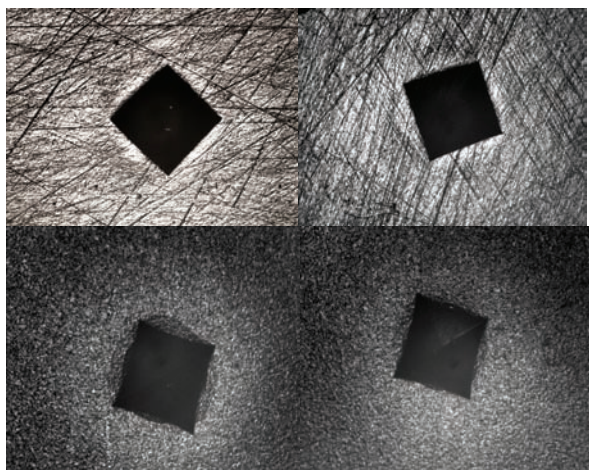
- Utiskivanja pomoću Vickers metode
- Posmatranja uzoraka na svetlosnom mikroskopu
- Određivanja žilavosti loma
- Posmatranja uzoraka na AFM-u
- Određivanja parametara pomoću AFM-a

Postoje četiri uzorka koji su plazma nitrirani, od kojih su dva nitrirana na niskom pritisku.

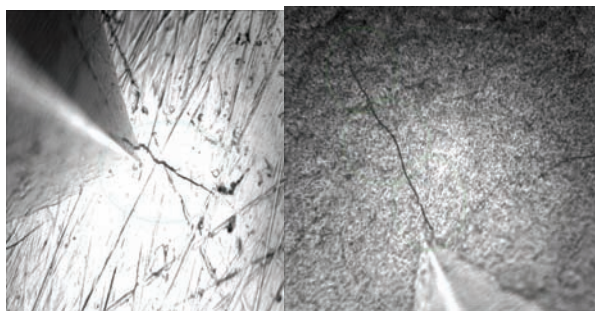
Uzorci su utiskivani pomoću vickersovog dijamantnog vrha.

Primenjena su četiri opterećenja (30, 50, 100, i 250 kg). Potom su uzorci snimani na svetlosnom mikroskopu, a snimci prikazani na slici 6.

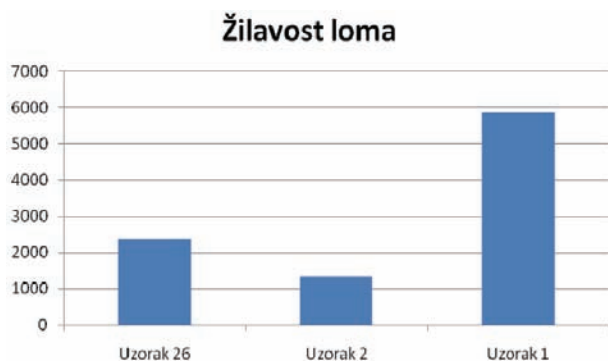
Da bi se odredila žilavost loma potrebno je da postoje radialne pukotine, slika 7. Tako dobijeni sledeći rezultati prikazani na slici 8. Potom su se uzorci snimali na AFM-u, slika 9.



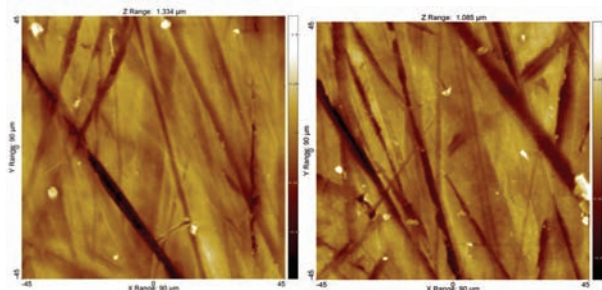
Slika 6. Uzorci nakon utiskivanja Vickers metodom



Slika 7. Prikaz radijalnih pukotina na uzorcima



Slika 8. Prikaz rezultata (uzorak 26 je plazma nitriran na niskom pritisku, a uzorci 1 i 2 su nitrirani na normalnom pritisku), jedan od pnp uzoraka nije imao radijalne pukotine



Slika 9. Prikaz uzoraka sa AFM-a, PN uzorak (levo), PNNP uzorak (desno)

Na AFM- je dobijeno da PNNP uzorak ima veću vrednost hrapavosti površine, te da se ovi uzorci odlikuju dubokim dolinama. Takođe je zaključeno da oba uzorka sadrže približno jednak broj brazda.

7. ZAKLJUČAK

Podizanje opšteg kvaliteta proizvodnje doprinosi poboljšanje procesa proizvodnje. Savremene tehnologije omogućuju visok kvalitet izrađenih delova i tačnost obrađenih površina. Poboljšanja koja su učinjena reflektuju se na pouzdanost i na produžen vek trajanja u sve težim uslovima primene. To se može videti i na primeru postupaka kao što su nitriranje ili cementacija. Uvođenjem plazme u ove postupke, ne samo da je vreme trajanja ovih procesa kraće, već su vidljiva poboljšanja i u obliku automatizovanosti procesa, kontrole procesa, ponovljivosti rezultata, fleksibilnosti i što je sve više trend, više su ekološki procesi od konvencionalnih metoda. Ovi postupci, posebno plazma nitriranje predstavljaju veoma dobru osnovu za procese presvlačenja. Dok su kombinovane metode kao što je karbonitriranje sa naknadnom oksidacijom veoma značajne, jer se ne mora vršiti naknadna obrada što samanjuje kompletan trošak. Kod ovakvih metoda se javljaju proizvodi kod kojih su zadovoljeni uslovi u pogledu habanja, korozije ali i reciklaže, jer se bez ikakvog problema recikliraju.

8. LITERATURA

- [1] Dr Miodrag Zlatanović, Dr Damir Kakaš, „Plazma depozicija zaštitnih prevlaka”, Elektrotehnički fakultet Beograd, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad- Institut za proizvodno mašinstvo Novi Sad, Novi Sad- Beograd 1994. godina.
- [2] Dr Leposava Šidanin, Dr Katarina Gerić, „Mašinski materijali sveska I”, Novi Sad 2006/07
- [3] Ilija Pantelić: „Tehnologija termičke obrade čelika I”, Novi Sad 1974.
- [4] Prof. dr Branko Škorić: „Predavanja i vežbe”
- [5] Aleksandar Miletić: „Vežbe iz nanotehnologije”, Novi Sad 2010. godina.

Kratka biografija:



Sava Balać rođen je u Gospiću 1989. god. Diplomirao 2013. god. na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Projektovanje tehnologije termičke obrade.

SUŠENJE, KARAKTERISTIKE I KVALITET PRIRODNOG GASA DEHYDRATION, CHARACTERISTICS AND QUALITY OF NATURAL GAS

Marko Radić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj - U radu je teorijski obrađeno područje prirodnog gasa i njegovih osobina. U okviru rada posebna pažnja posvećena je procesu sušenja prirodnog gasa kao i opremi u kojoj se ovaj proces odvija. Takođe je urađena analiza i tehnički proračun smeše ugljovodonika na osnovu prethodno izvršene analize.

Ključne reči: sušenje, karakteristike prirodnog gasa, kvalitet prirodnog gasa, prirodni gas

Abstract - In this work theory behind natural gas processing is discussed. Main focus of this study was process of dehydration of natural gas and equipment that handles this process. As part of the work, technical calculation is carried out based on hydrocarbon mixture analysis data.

Key words: dehydration, natural gas characteristics, natural gas quality, natural gas

1. UVOD

Prirodni gas spada u najčistije fosilno gorivo. Prvenstveno se sastoji od metana pa su glavni proizvodi sagorevanja ugljendioksid i vodena para – isto ono što čovek ispusti prilikom izdisanja. Zato i prirodni gas ima veoma široku primenu u industriji i drugi je po značaju energetski izvor, odmah iza električne energije.

Poznavanje karakteristika prirodnog gasa je od velikog značaja za sve procese, počevši od prerade gasa, njegovog transporta, kao i same primene u svakodnevnom životu. Za upotrebu se prirodni gas, po pravilu, mora pripremiti, tako da se prirodni gas iz ležišta (nalazišta) razlikuje od onog koji se transportuje i od onog koji se isporučuje potrošačima.

U ovom radu opisan je proces sušenja prirodnog gasa, prikazana eksperimentalna analiza uzorkovanog gasa kao i tehnički proračun na osnovu dobijenih eksperimentalnih rezultata.

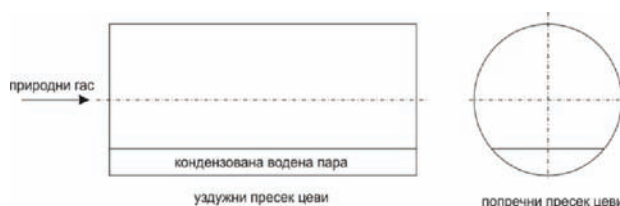
2. OSNOVI SUŠENJA PRIRODNOG GASA

Prirodni gas koji se dobija iz gasnih, kondenzatnih, ili naftnih ležišta sadrži izvestan procenat vlage. Ova količina vlage u gasu zavisna je od pritiska i temperature koji vladaju u ležištu. Zasićeni prirodni gas sadrži veću količinu vodene pare kod nižeg pritiska i više temperature.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Marija Vičević, docent.

Kako u tehnološkom procesu proizvodnje, sabiranja i transporta vlažnog gasa dolazi često do promene pritiska i temperature, dolazi i do kondenzacije vodene pare. Kondenzovana vodena para pravi velike poteškoće u transportu gasa, koje se manifestuju u vidu ubrzane korozije cevovoda i smanjenja preseka cevi, što se odražava na protok. Na slici 1. prikazan je primer kada se slobodna voda nalazi unutar gasovoda.



Slika 1. Prikaz slobodne vode unutar gasovoda

U hladnim zimskim danima dolazi i do začepjenja cevovoda i potpune obustave transporta gasa. Prisustvo vlage u prirodnom gasu smanjuje njegovu toplotnu vrednost i podstiče stvaranje hidrata ugljovodonika pri određenim uslovima pritiska i temperature.

Zato je potrebno odstraniti vlagu iz gasa, pre nego što se gas pusti u distributivni gasovod. Dozvoljeni sadržaj vlage u gasu kod prodaje ne sme biti veći $0,1-0,13 \text{ g/m}^3$ [1].

Ova količina vode odgovara temperaturi 0°C pri pritisku od 70 bar [2].

2.1 TEHNOLOŠKA ŠEMA - PROCESA SUŠENJA APSORPCIJOM

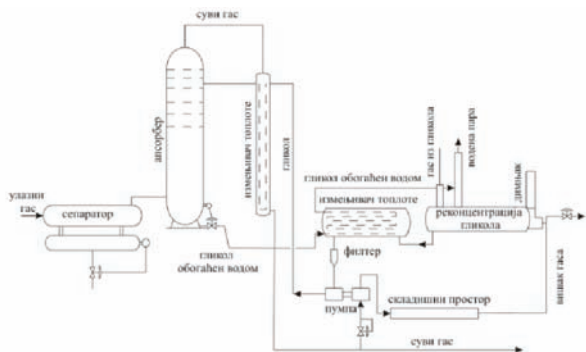
Apsorpcija je operacija izdvajanja pojedinih tečnih sastojaka iz gasne struje, zahvaljujući njihovoj dobroj rastvorljivosti, u odnosu na rastvorljivost drugih prisutnih komponenata gasa u odabranoj tečnosti-apsorbentu.

Tečnost koja poseduje apsorpcione osobine naziva se apsorber. Treba izabrati takav apsorber u kojem se rastvaraju isključivo one komponente gasne smeše koje se žele izdvojiti, dok su ostale komponente prema apsorberu inertne ili slabo rastvorljive. Apсорber u kojem se rastvara odgovarajuća komponenta može biti nezasićen ili zasićen, u zavisnosti od toga da li na uslovima pritiska ili temperature pri kojima se odigrava apsorpcija može rastvoriti još posmatrane komponente ili je već zasićen njom.

Različiti apsorberi imaju različite sposobnosti apsorpcije. Apсорpciona sposobnost utoliko je veća ukoliko apsorber može da rastvori veću količinu odgovarajuće komponente. Sa promenom temperature i pritiska menja se i apсорpciona sposobnost.

Da bi došlo do apsorpcije potrebno je apsorber dovesti u kontakt sa prirodnim gasom, što se tehnološki može izvesti na više načina. Najčešće se primenjuje protivstrujni kontakt u vertikalnoj koloni preko tanjira.

Na slici 2. data je tehnološka šema sušenja (dehidracije) gasa apsorpcijom sa di-tietilen glikolom. U sklopu šeme koriste se sledeći uređaji: separator, apsorpciona kolona, razmenjivači toplote, regeneratore glikola, sud za glikol, filter i pumpa.



Slika 2. Tehnološka šema dehidracije gasa apsorpcijom [2]

U apsorpcionu kolonu se uvodi prirodni gas koji je prethodno izdvojen u separatoru. U separatoru, koji je postavljen ispred apsorpcione kolone, odvaja se od prirodnog gasa slobodna voda, teži ugljovodonici koji su prešli u tečnu fazu, kao i eventualne prisutne čvrste nečistoće koji gas može da sadrži.

Posle separacije gde se iz prirodnog gasa izdvaja slobodna voda, viši ugljovodonici (koji su kroz transport kondenzovani) i čvrste primese-nečistoća, gas se uvodi na dno apsorpcione kolone (apsorber). Regenerisan dietilen glikol, pošto prođe kroz izmenjivač toplote i ohladi se, uvodi se na vrh apsorpcione kolone. U apsorpcionoj koloni imamo dva suprotna toka i to vlažan gas od dna apsorpcione kolone struji ka vrhu kolone, dok dietilen glikol struji sa vrha kolone ka dnu kolone. Prirodni gas, stružeći sa dna kolone ka vrhu kolone preko tanjira, prolazi kroz dietilen glikol i oslobađa se vlage i osušen izlazi na vrhu kolone. Ovako osušen prirodni gas pošto prođe kroz izmenjivač toplote (glikol-suvi gas) ohladi se i odlazi u gasovod ka potrošaču.

Dietilen glikol je nakon izlaza iz apsorpcione kolone obogaćen vodenom parom, pa ga je potrebno regenerisati, te se nakon prolaza kroz izmenjivač toplote (regenerisani glikol – vlažan glikol) zagreje i šalje u postrojenje za regeneraciju.

Postrojenje regeneracije sastoji se iz striping kolone i peći za zagrevanje glikola, koja je direktno povezana sa striping kolonom, tako da se pri dnu peći dobija regenerisan glikol. Temperatura u striping koloni ne sme da pređe 165°C, jer bi se DEG počeo raspadati [2]. Regenerisan glikol odlazi u izmenjivač toplote, gde se hladi i nakon čega preko filtera odlazi u apsorpcionu kolonu, a višak u skladište glikola. Na vrhu striping kolone ugrađen je hladnjak gde se kondenzuje vodena para.

Regenerisan glikol potiskuje se sa pumpom u novi ciklus apsorpcije, ili u skladišni rezervoar. Pumpa radi pomoću pritiska suvog gasa i taj se isti gas posle pumpe koristi za zagrevanje peći.

Dehidracija gasa apsorpcijom pomoću glikola, može se vršiti pod raznim pritiscima, najčešće se serijske jedinice rade za pritisak apsorpcije od 70 bara, a u striping koloni 1 bar [2].

Temperatura apsorpcije ne sme biti ni suviše visoka ni suviše niska. Gornja temperaturna granica apsorpcije je oko 38°C, a donja 10°C, jer zbog viskoziteta kontakt između gasa i glikola nije dobar [2].

3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I TEHNIČKI PRORAČUN

Ispitivanje kvaliteta gasa izvršeno je na osnovu uzorka iz gasovoda koji je povezan sa magistralnim gasovodom DP "Srbija Gas"-a, 27.12.2012.g. u 11⁰⁰h. Analiza sastava gasa dobijena gasnim hromatografom prikazana je u tabeli T.1.

Tabela T.1: Analiza sastava gasa uzorkovanog iz distributivnog gasovoda

Oznaka komponente	Količina komponente [%]
C1	97,378
C2	1,1440
C3	0,3520
iC4	0,0580
nC4	0,0520
iC5	0,0120
C6+	0,0100
CO ₂	0,1900
N ₂	0,8050
Ukupno	100,00

Gornja toplotna vrednost predstavlja količinu toplote koja se razvija potpunim sagorevanjem, na konstantnom pritisku, jednog standardnog m³ gasa sa vazduhom, pri čemu je temperatura gasa, vazduha i produkata sagorevanja 15,6°C a voda nastala sagorevanjem tokom reakcije se kondenzuje u tečno stanje. Donja toplotna vrednost predstavlja količinu toplote koja se razvija potpunim sagorevanjem na konstantnom pritisku jednog standardnog m³ gasa sa vazduhom, pod uslovom da je temperatura gasa, vazduha i produkata sagorevanja 15,6°C a voda koja nastaje reakcijom sagorevanja ostaje u parnom stanju [3].

Na slici 3. prikazan je izgled gasnog hromatografa, koji se koristi za analizu kvaliteta gasa u akreditovanoj laboratoriji AD "NIS Naftagas-Elementir". U tabeli T.2 prikazani su radni uslovi pri kojima je izvršeno ispitivanje gasa.



Slika 3. Laboratorijski gasni hromatograf

Tabela T.2: Radni uslovi

Temperatura merenja [°C]	15
Atmosferski pritisak [Pa]	101325

Na osnovu analize sastava prirodnog gasa automatski se proračunavaju i njegove fizičke karakteristike uz pomoć računara, a rezultati kvaliteta gasa prikazani su u tabeli T.3.

Tabela T.3: Kvalitet gasa uzorkovanog iz distributivnog gasovoda

Fizička veličina	Vrednost
Donja toplotna moć H_d [MJ/m ³]	34,2800
Gornja toplotna moć H_g [MJ/m ³]	38,0512
Gustina [kg/m ³]	0,6998
Relativna gustina d [-]	0,5710
Faktor kompresibilnosti z [-]	0,9959

Toplotna vrednost i relativna gustina idealne gasne smeše izračunavaju se iz molskog sastava i odgovarajućih veličina komponenata posmatranih kao idealni gasovi (idealnih toplotnih vrednosti i idealnih relativnih gustina komponente), pa se zatim koriguju izračunatim faktorima stišljivosti da bi se dobile vrednosti za realan gas.

Na osnovu eksperimentalnih i poznatih podataka izračunata je srednja molekulaska masa smeše (M_s):

$$M_s = \sum y_i M_i = 16,46 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \quad (1)$$

Da bi se odredio faktor stišljivosti smeše, z , potrebno je izračunati vrednosti prividno kritične temperature (T_c') i prividno kritičnog pritiska smeše (P_c'):

$$T_c' = \sum y_i T_{ci} = 192,36 \text{ K} \quad (2)$$

$$P_c' = \sum y_i P_{ci} = 45,96 \text{ bar} \quad (3)$$

A zatim i vrednosti redukovane temperature (T_r) i redukovanog pritiska smeše (P_r), prikazane jednačinama (4) i (5) na osnovu kojih se očitava vrednost faktora stišljivosti $z = 0,96$ [4].

$$T_r = \frac{T}{T_c'} = \frac{288 \text{ K}}{192,36 \text{ K}} = 1,497 \quad (4)$$

$$P_r = \frac{P}{P_c'} = \frac{100 \text{ bar}}{45,96 \text{ bar}} = 2,17 \quad (5)$$

Na sličan način izračunata je i specifična toplota smeše ugljovodonika:

$$C_{ps} = \sum y_i C_{pi} + \Delta C_p = 35,37 + 15,91 = 51,28 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}^\circ\text{C}} \quad (6)$$

U tabeli T.4 dat je sastav gasa dobijen analizom uzorka kao i neke od izračunatih vrednosti.

Tabela T.4: Eksperimentalne i izračunate vrednosti

Komp	y_i	$y_i M_i$	$y_i T_{ci}$	$y_i P_{ci}$	C_{pi} (kJ/kmolK)	$y_i C_{pi}$
C1	0,97378	15,58	185,41	44,79	34,98	34,07
C2	0,01144	0,343	3,49	0,558	51,16	0,585
C3	0,00352	0,155	1,3	0,1496	71,6	0,252
iC4	0,00058	0,034	0,237	0,02117	94,78	0,055
nC4	0,00052	0,0302	0,221	0,0198	95,64	0,05
nC5	0,00012	0,00864	0,0564	0,004	116,58	0,014
nC6	0,00010	0,0086	0,0507	0,003	138,88	0,014
CO ₂	0,00190	0,0836	0,577	0,1402	45,13	0,086
N ₂	0,00805	0,2254	1,016	0,2729	31,15	0,251
Suma	1,000	16,46	192,362	45,96		35,37

U daljem proračunu, pre ulaska u apsorber, smešu je bilo potrebno dovesti na zadatu temperaturu, pa je u tu svrhu kao efikasniji izabran suprotnostrujni razmenjivač toplote dužine 26m i površine 56,8m². Količina komponenti izdvojenih iz smeše, kao i količine preostale u gasu prilikom apsorpcije izračunate su Kremser-Braunovom metodom [5]. Ove vrednosti se mogu videti u tabeli T.5.

Tabela T.5: Količina izdvojenih i preostalih komponenti pri izlasku iz apsorbera

Oznaka komponente	y_i	$y_i \cdot \varphi_i$	$y_i \cdot (1 - \varphi_i)$
C1	0,97378	0,0312	0,942
C2	0,01144	0,0002	0,00085
C3	0,00352	0,0003	0,00053
iC4	0,00058	0,00058	0
nC4	0,00052	0,00052	0
iC5	0,00012	0,00012	0
C6+	0,0001	0,0001	0
CO ₂	0,0019	-	-
N ₂	0,00805	-	-
Ukupno	1,000	-	-

Od ostalih važnih karakteristika prirodnog gasa, određene su vrednosti dinamičkog viskoziteta, kao i molskih i masenih specifičnih toplota i ove vrednosti mogu se videti u tabeli T.6.

Tabela T.6: Izračunate veličine

Oznaka	Vrednost
M_s [kg/kmol]	16,46
Z [-]	0.96
μ [Pa·s]	$15,8 \cdot 10^{-6}$
C_p [kJ/kmol°C]	51,28
c_p [kJ/kmol°C]	3,11
C_v [kJ/kg°C]	32,03
c_v [kJ/kg°C]	1,95
l_1 [m]	26
l_2 [m]	39

l_1 – dužina razmenjivača toplote pri suprotnostrujnom toku smeše gasova i rashladnog fluida,

l_2 – dužina razmenjivača toplote pri istostrujnom toku smeše gasova i rashladnog fluida.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izvršena eksperimentalna analiza uzorkovanog prirodnog gasa, i na osnovu dobijenih rezultata izvršen proračun karakteristika gasa, projektovan razmenjivač toplote i modelovan apsorber. Analiza kvaliteta prirodnog gasa pokazala je da su vrednosti donje (H_d) i gornje (H_g) toplotne moći uzorka $34,28 \text{ MJ/m}^3$ i $34,28 \text{ MJ/m}^3$ respektivno, gustina $0,70 \text{ kg/m}^3$, a faktor stišljivosti pri laboratorijskim uslovima približno 1.

Izračunate su sledeće karakteristike prirodnog gasa na temperaturi 15°C i pritisku 100 bar: srednja molekulska masa, $M_s = 16,46 \text{ kg/kmol}$, dinamički viskozitet, $\mu = 15,8 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$, molski toplotni kapaciteti $C_p = 51,28 \text{ kJ/kmol}^\circ\text{C}$ i $c_p = 3,11 \text{ kJ/kmol}^\circ\text{C}$, i maseni toplotni kapaciteti $C_v = 32,03 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ i $c_v = 1,95 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$.

Na osnovu izračunatih karakteristika prirodnog gasa, projektovan je razmenjivač toplote, a kao efikasniji izabran suprotnostrujni razmenjivač toplote dužine 26m i površine $56,8 \text{ m}^2$.

Za proračun komponenti izdvojenih iz smeše, kao i količine preostale u gasu prilikom apsorpcije korišćena je Kremser-Braunova metoda.

Poznavanje karakteristika prirodnog gasa je veoma važno pri projektovanju opreme za pripremu i preradu prirodnog gasa, kao i gasnih i naftnih cevovoda, pa je proračun svih parametara i preciznost u proračunima veoma bitna, što je ovim radom i prikazano.

5. LITERATURA

- [1] Uzelac, D., Milovančev, S., Đurđević, L., Kostović, S., Basta, T., *Priručnik za kurs iz rukovođenja, rukovanja i održavanja cevovoda, uređaja i postrojenja za prirodni gas*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [2] Tanasković, P., *Transport sirove nafte i gasa, I deo, Priprema za transport*, "Nafta – Gas", Novi Sad, 1976.
- [3] Škrbić, B., Paunović, R., Zavargo, Z., *Opis procesa laboratorijske analize sirovina i gotovih proizvoda*, Institut za petrohemiju, gas, naftu i hemijsko inženjerstvo, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1985.
- [4] Škrbić, B., *Tehnologija proizvodnje i pripreme gasa*, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2002.
- [5] Zelić, M., *Tehnologija sabiranja i pripreme nafte i plina za transport*, INA-Naftaplin, Zagreb, 1987.

Kratka biografija:



Marko Radić rođen je u Kikindi 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Gasna i naftna tehnika na temu "Sušenje, karakteristike i kvalitet prirodnog gasa" odbranio je 2013. god.

**ПРИМЕНА ТОПЛОТНЕ ПУМПЕ И FAN COIL УРЕЂАЈА У СТАМБЕНОЈ ЗГРАДИ
ПРИ ПОБОЉШАНОМ ИЗОЛАЦИЈОМ СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ****APPLICATION OF HEAT PUMP AND FAN COIL UNIT IN A BUILDING WITH AN
IMPROVED OF INSULATION OF THE BUILDING**

Александар Баба, Душан Гвозденац, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област - МАШИНСТВО

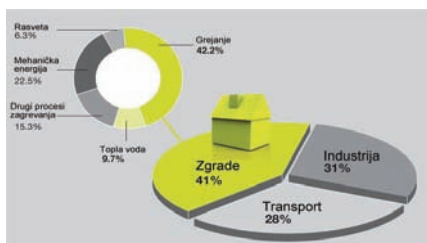
Кратак садржај – У раду је урађен прорачун губитака топлоте стамбеног објекта са тренутном изолацијом и побољшаном изолацијом стамбеног објекта. Представљена су теоретска разматрања годишњег оптерећења, трошкова и потрошње горива, трошкове инвестиционог улагања и времена амортизације применом топлотне пумпе и fan coil уређаја. Такође је извршена и анализа топлотне енергије применом стандардних побољшања стамбеног објекта.

Abstrac - In this paper is made of heat loss calculation residential building with the current insulation and improved thermal insulation of residential building. Presented are theoretical considerations annual workload, cost and fuel consumption, the cost of capital investment and depreciation period using the heat pump and fan coil unit. It also gives the analysis of thermal energy using standard improvements of residential building.

Кључне речи: *Стамбени објекат, топлотна пумпа, fan coil уређај, изолација, прорачун.*

1. УВОД

Чисте енергетске технологије чине енергетски ефикасне технологије и технологије обновљивих извора енергије. Обе ове технологије смањују коришћење енергије из конвенционалних извора, односно фосилних горива. Технологије обновљивих извора енергије трансформишу обновљиве енергетске ресурсе у корисну топлотну, расхладну, електричну или механичку енергију. Обновљиви извори енергије су они чија употреба не утиче на будућу расположивост.



Слика 1. Удео енергетских потрошњи по главним енергетским секторима у Републици Србији

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је др Душан Гвозденац, ред. проф.

Око 40% укупне енергије коју користимо потроше зграде, 31% користи индустрија док преосталих 28% се користи у транспорту, што је приказано на слици 1. Више од 50% енергије у згради се потроши на топлу воду и грејање зграде. Са графа се јасно види да ћемо много више новца уштедети ако штедим на грејању него, на пример, на расвети. Ово је још један разлог увођења регулација у системе грејања.

2. ОПИС ЗАДАТКА

У задатку је извршен прорачун губитака топлоте према подацима приликом пројектовања стамбеног објекта као и са подацима који су усвојени приликом побољшања изолације стамбеног објекта који је приказан на слици 2.



Слика 2. Изглед стамбене зграде

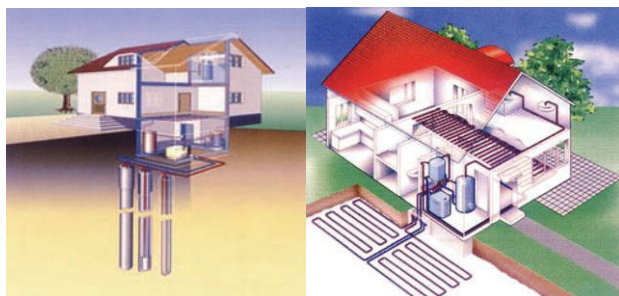
Губици топлоте добијени прорачуном са подацима приликом пројектовања објекта износе $Q_{\max} = 60,549$ [kW]. Након побољшања изолације зграде помоћу стиропора и побољшаном изолацијом прозора добија се уштеда енергије од око 7 [kW], при чему губици топлоте износе $Q_{\max} = 53,476$ [kW]. У раду је такође замењен и постојећи систем радијаторског грејања у комбинацији са проточним бојлером са топлотном пумпом и fan coil уређајима. На крају је извршена и техно економска анализа предвиђених техничких решења.

3. ГРЕЈАЊЕ СТАМБЕНОГ ОБЈЕКТА

Радијаторско грејање стамбеног објекта је замењено грејањем помоћу геотермалне енергије, топлотном пумпом и fan coil уређајима.

Геотермална енергија је топлотна енергија која се ствара у Земљиној кори постепеним распадањем радиоактивних елемената хемијским реакцијама или трењем при кретању тектонских маса. Задњих година се геотермална енергија користи за грејање и хлађење простора коришћењем топлотних пумпи.. Чак и уз високе иницијалне трошкове, улагање у овакав систем се релативно брзо врати, при чему је јакно важно

истаћи да не загађују околину и један су од најефикаснијих система за грејање и хлађење.

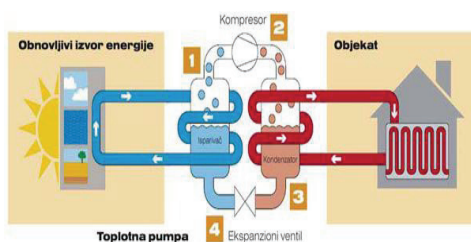


Слика 3: Вертикално и хоризонтално постављене цеви

На слици 3 су приказани затворени систем цевовода који су укупани хоризонтално испод замрзнуто зоне на 1 – 1,5 [m] дубине или вертикално на 30 – 120 [m] дубине, при чему су испуњени течним флуидом (несмрзавајући раствор).

3.1 Топлотна пумпа

На слици 4 је приказан принцип рада топлотне пумпе који се огледа у коришћењу топлотне енергије нашег окружења. Она користи енергију ваздуха, земље и подземних вода да би вршила грејање и хлађење објекта.



Слика 4. Принцип рада топлотне пумпе

1. Топлотна енергија која се узима из околине (обично се температуре крећу у интервалу $+7^{\circ}\text{C}$ до $+14^{\circ}\text{C}$), улази у испаривач пумпе. У цеви се налази гас R407c који преузима ту енергију при чему овај гас задржава своје стање чак и на температурама испод 0°C .

2. Гас затим улази у компресор и подиже се на виши притисак што доводи до значајног повећања његове температуре (углавном од $+90^{\circ}\text{C}$ до $+95^{\circ}\text{C}$).

3. Унутар затвореног система измењивач топлоте врши предавање топлоте гаса за грејање.

4. Захваљујући предају топлотне енергије гас се враћа на првобитну температуру који се затим доводи до експанзионог суда и вентила, чиме се притисак враћа у почетно стање. Потом се гас враћа поново у испаривач где процес поћије поново.

У даљем тексту је описано техничко решење које је примењено за овај објекат.

4. ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Као техничко решење се уместо грејања на гас помоћу протоћног бојлера користи топлотна пумпа у бивалентном паралелном систему. Такође се уместо радијаторског грејања у прорачуну узима у обзир грејање помоћу fan coil уређаја.

4.1 Топлотна пумпа – бивалентно паралелни систем

Према томе потребан капацитет топлотне пумпе се може израчунати на следећи начин:

$$Q_{tp} = 0,5 \cdot Q_{max} \cdot (1 + a + b) = 34759 \text{ [W]} = 34,8 \text{ [kW]}$$

где су:

$a = 0,1$ – додатак на топлотне губитке топлотне пумпе и водовода

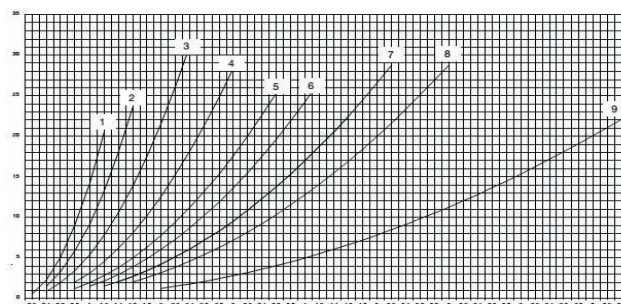
$b = 0,2$ – додатак на брже загревање воде и масе постројења

Из каталога произвођача Ховал усвојена је топлотна пумпа Термалиа тип 37 земља/вода или вода/вода.

Радне карактеристике топлотне пумпе:

Пад притиска воде у кондензатору

КРа



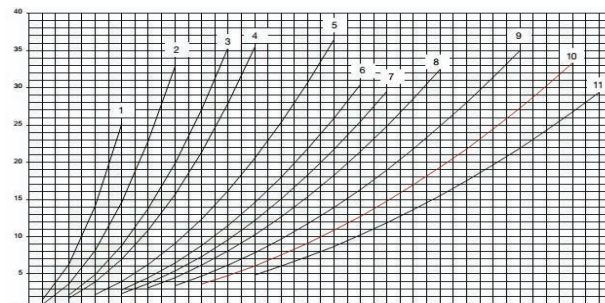
Запремински проток на кондензатору m^3/h

Слика 5: Зависност запреминског протока на кондензатору и пада притиска воде у кондензатору

Кривом 8 је приказана радна карактеристика усвојене топлотне пумпе за стамбени објекат приказан у раду.

Пад притиска на испаривачу

КРа



Запремински проток на кондензатору m^3/h

Слика 6: Зависност запреминског протока на кондензатору и пада притиска воде на испаривачу

На дијаграму, кривом 10 је приказана радна карактеристика усвојене топлотне пумпе за стамбени објекат приказан у раду.

4.2 Котао на гас – бивалентно паралелни систем

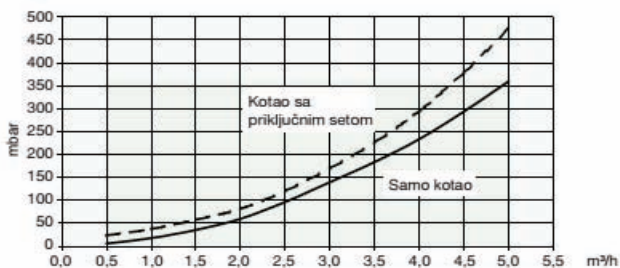
Максимално часовно топлотно оптерећење (максимални топлотни губици), према пропачуну износи 53476 [W], према чему котао треба да задовољи 74% од максималног топлотног оптерећења, према чему је потребан капацитет котла:

$$Q_{кот_{bp}} = 0,74 \cdot Q_{max} \cdot (1 + a + b) = 40759 \text{ [W]} \\ = 40,8 \text{ [kW]}$$

Из каталога Ховал усвојен је котао на гас тип Топ Гас 60.



Слика 7. Котао на гас тип Топ Гас 60

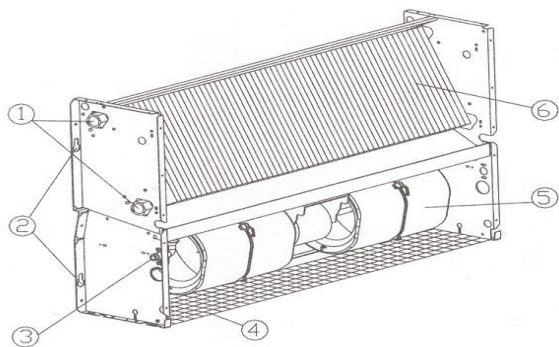


Слика 8: Проток кроз котао Топ Гас 60

4.3 Fan coil

Процес хлађења се одвија на следећи начин: Компресор сабија расхладни флуид из простора нижег притиска у простор вишег притиска, односно узима флуид из испаривача и сабија га у кондензатор. Приликом сабијања расхладни флуид, његов притисак се повећава а самим тим долази до загријавања флуида. Тако загријан гас пролази кроз сушач-филтер, који упија влагу и сакупља нечистоће из флуида. Након што прође кроз филтер-сушач расхладни флуид пролази кроз капиларну цијев или експанзивни вентил (зависно од изведбе и расхладног капацитета расхладног уређаја). Након тога флуид улази у велики простор испаривача, где његов притисак нагло пада и долази до хлађења околног простора, односно долази до одузимања топлоте околне простору. Расхладни флуид након што изврши процес хлађења у испаривачу, поново одлази у компресор гдје се наставља процес циркулисања флуида у расхладном уређају.

Принцип рада уређаја приликом грејања је такав да је след радње обрнут него код хлађења.



Слика 9. Конструкција fan coil уређаја

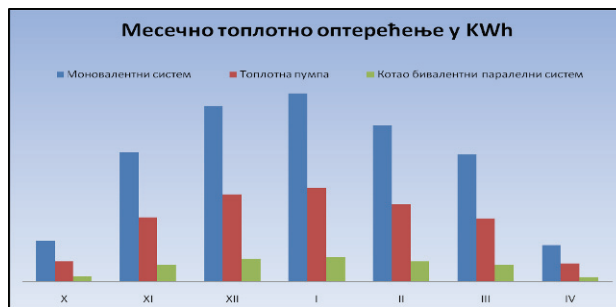
1. Прикључци за стандардни измењивач
2. Прорези за фиксирање
3. Одводи кондензата
4. Филтер за ваздух
5. Вентилатор
6. Измењивач топлоте

5. ТЕХНО ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА ПРЕДВИЂЕНИХ ТЕХНИЧКИХ РЕШЕЊА

Табела 1. Просечне месечне спољне температуре за Кикинду

месец	окт	нов	дец	јан	феб	март	апр
$t_{sr}^{mes} [^{\circ}C]$	11,6	5,6	1,1	-0,2	1,4	6,3	11,9

Даље у раду приказано је месечно топлотно оптерећење система, топлотне пумпе и котла. Такође су приказани и трошкови инвестиционог улагања. На слици 7 је приказано месечно оптерећење моновалентног система, топлотне пумпе и котла бивалентног паралелног система.



Слика 10. Месечно топлотно оптерећење у KWh

Табела 2. Улагање у бивалентни паралелни систем грејања за котао на гас.

	Цена	ПДВ (20%)	Укупно
Прикључни гасовод и мерно-регулациона станица	65101	13020	78 121
Пратећи грађевински радови	77244	15448	92 692
Унутрашња грејна инсталација – котао на гас тип Топ Гас 45	238989	47797	286 786
			457599

Табела 3. Улагање у случају бивалентног паралелног система грејања за топлотну пумпу.

	Цена	ПДВ (20%)	Укупно
Набавка, транспорт, израда и уградња система топлотне пумпе Noval Termalia 37	65101	13020	78 121
Набавка и уградња бунарске пумпе и израда изворног и упојног бунара	77244	15448	92 692
			457599

Табела 4. Трошкови изолације зграде

	Цена	Укупно
Стиропор дебљине 8 cm	310,5 din/m ²	224836,1 din/m ²
Лепак	1,1 €/m ²	9200 din
Мрежица	28,75 din/m ²	20818,1 din
Подлога	460 din/m ²	333090,6 din
		587944,8 din

Табела 5. Трошкови набавке fan coil уређаја

Тип	Број комада	Цена са ПДВ-ом	Тотал
МКФ2 – 150	38	18400	699200
МКФ2 – 250	14	20010	28140
			727340

6. ЗАКЉУЧАК

Побољшаном изолацијом стамбеног објекта добија се максимално топлотно оптерећење 53476 [W], што је у односу на оптерећење објекта са тренутном изоловијом чије је максимално топлотно оптерећење 62136 [W], знатно ниже, чак десетак пута. Примена топлотних пумпи код великих објеката је економичнија него код малих потрошача, при чему се електрична енергија тарифира двотарифно. Оправданост примене топлотне пумпе у економском смислу првенствено зависи од цене опреме и електричне енергије.

Такође додатна изолација целокупног објекта и примена fan coil уређаја изискује додатна инвестициона улагања, при чему се период отплате повећава.

Ипак, на крају, високи инвестициони трошкови и даље представљају највећу препреку при реализацији оваквих објеката.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гвозденац, Д. Б: Подлоге за предавања „ Обновљиви извори енергије “, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2009.
- [2] Рецкнагел, Спренгер, Сцхрамек: Приручник „ Грејање и климатизација “, Интерклима, Врњачка Бања, 2005/2006.
- [3] Бјелаковић, Р: Рукопис за предавање „ Грејање, хлађење и вентилација“, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2008.
- [4] „ Документи из пројектног бироа“, Јавно стамбено предузеће, Кикинда, 2002.
- [5] Корисни сајтови
<http://www.grejanje.com>
<http://www.geotermika.com>
- [6] Србијагас, Нови Сад
- [7] Накомчић, Б: Подлоге за предавања „ Обновљиви извори енергије “, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2009.
- [8] Шашмаловић, С: „ Топлотна пумпа “, Савез машинских и електротехничких инжењера и техничара Србије (SMEITS), Београд, 2009.
- [9] Ховал, каталог са пројектним упутствима, 2011.
- [10] Анђелковић, А: Студија изводљивости „ Техно – економска анализа примене топлотне пумпе“, Зборник радова КГХ, Београд, 2009.

Kratka biografija



Александар Баба рођен је у Кикинди 1987. године где је завршио средњу техничку школу. Факултет техничких наука, одсек машинство је уписао 2006. године. Дипломски-мастер рад је одбранио 2013. године.

IDENTIFIKACIJA POJEDINIH TIPOVA OŠTEĆENJA ROTIRAJUĆE MAŠINE PRIMENOM SPEKTRALNE ANALIZE NAD SIGNALIMA MEHANIČKIH VIBRACIJA THE IDENTIFICATION OF SOME TYPES OF DAMAGES OF ROTATING MACHINE USING SPECTRAL ANALYSIS OF SIGNALS OF MECHANICAL VIBRATIONS

Dejan Antelj, Ninoslav Zuber, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu zadatak je bio obraditi teorijske i praktične postavke merenja i analize vibracija sa stanovišta njihove primene u oceni stanja rotirajućih mašina. Dalje, u radu su obrađene teorijske i praktične postavke mogućih oštećenja rotirajućih mašina i oštećenja kotrljajnih ležajeva. Tokom eksperimentalnog dela, snimani su vibracioni signali za različite tipove otkaza i analizirani dobijeni rezultati.

Ključne reči: *Analiza vibracija, Rotirajuće mašine, Kotrljajni ležaj, Vibracioni signali.*

Abstract – The task of this work was to process the theoretical and practical settings of measuring and analysis of vibrations from the aspect of their use in assessment of the condition of rotating machines. Also, in this work are processed the theoretical and practical settings of possible damages of rotating machines and damages of roller elements bearings. During the experiment, vibration signals for different types of failure were recorded and the results were analysed.

Key words: *Analysis of vibrations, Rotating machine, Roller elements bearing, Vibration signals*

1. UVOD

Vibracije u mašinstvu su mehanička pojava koja ima osobine ponovljivosti i periodičnosti, a u praksi predstavljaju oscilatorne odzive ili odgovore mehaničkih sistema na određenu pobudu. U okviru analize i procene mašina važnu ulogu čini upravo merenje, procena i analiza mehaničkih vibracija. Mehaničke vibracije predstavljaju vibracije na površini mašine koje se mogu opažati i izmeriti na elementu konstrukcije i njenom osloncu. One se javljaju kao posledica pomeranja čvrstih tela određene mase. Ta tela mogu biti rotacioni ili oscilatorni delovi mašine, ali i fluid ili plin u kontaktu sa čvrstim telima.

Najvažnija karakteristika mehaničkih vibracija je u informaciji koju sadrže. Dakle, one predstavljaju najvažnije indikatore tehničkog stanja mašine, otkrivaju dinamičko delovanje same mašine, njenog oslonca i okoline.

Rotacione mašine su složeni proizvodi koji se sastoje od rotacionih, oscilatornih i stacionarnih delova elemenata.

NAPOMENA:

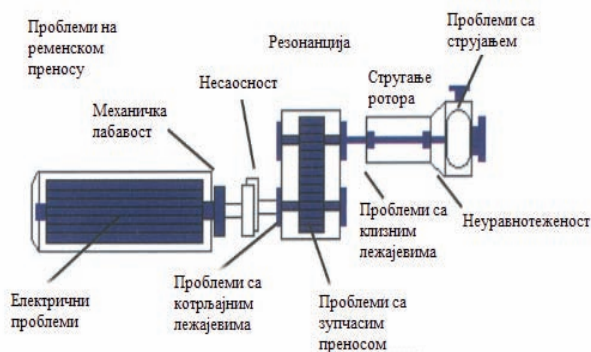
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Ninoslav Zuber

U fizičkom smislu one imaju različite oblike sistema masa-opruga sa izvorima vibracija i različitih nivoa slobode.

Kada mašina radi, njeni pokretni delovi proizvode dinamičke sile, a kao njihov rezultat nastaju mehaničke vibracije. Veći broj rotacionih i oscilatornih delova na mašini proizvodi mešovite složene vibracije.

Mehaničke vibracije prenose se preko cele konstrukcije mašine i ovakve vibracije, se prvenstveno, mere na određenim (diskretnim) pozicijama mašine ili drugim delovima gde se javlja njihov prenos.

Prilikom procene mašine i njenog vibracionog stanja vrši se ispitivanje složenih vibracija ili tzv. sumarnih (eng. overall) vibracija koje omogućavaju donošenje određenih odluka o stanju čitave konstrukcije. Analitičkim metodama vrši se analiza informacije sadržane u ukupnom izmerenom dinamičkom signalu, a dalje se deli na njegove pojedinačne komponente, tj. na pojedine sinusoidne ili harmonijske komponente.



Slika 1. Problemi izazvani nepravilnostima na rotacionoj mašini

Zbog toga je potrebno vršiti i ispitivanja komponenata vibracija posebnih delova mašine koje izazivaju te vibracije i prenose ih na čitavu mašinu.

2. CILJ EKSPERIMENTA

U cilju potvrde osnovne hipoteze postavljene ovim radom primenjene su metode ekperimentalne verifikacije.

U ovom konkretnom slučaju cilj je bio pouzdana detekcija sledećih tipova oštećenja rotirajućih mašina:

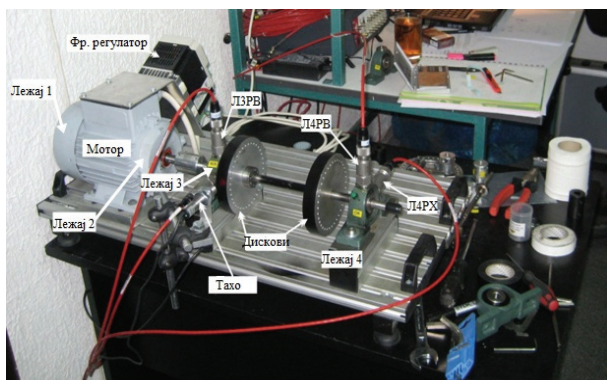
1. Različitih nivoa debalansa (Deb 1, Deb 2, Deb 3, Deb 4)
2. Oštećenja kotrljajnih ležajeva i to sledeći slučajevi:
 - a) Ispravan ležaj (OK)
 - b) Oštećenja na spoljnoj stazi (BPFO)
 - c) Manja oštećenja na unutrašnjoj stazi (BPFI)
 - d) Veća oštećenja na spoljnoj stazi (BPFII)
 - e) Manji zazori (Z1)
 - f) Veći zazori (Z2)

U slučaju debalansa dodate su mase za: Deb 2 - 4,2g (na oba diska), Deb 3 - 8,74g, Deb 4 - 20,22g. U slučaju Deb 1 mašina je izbalansirana i to je identično sa OK slučajem, dalje će biti korišćen samo naziv Deb 1.

2.1. Postavka eksperimenta - opis probnog stola

Za potrebe izvođenja eksperimentalnog dela ovog rada, projektovan je, a nakon toga i izrađen probni sto odnosno klasični model rotirajuće mašine. Probni sto je zamišljen da je na njemu lako izvodljivo:

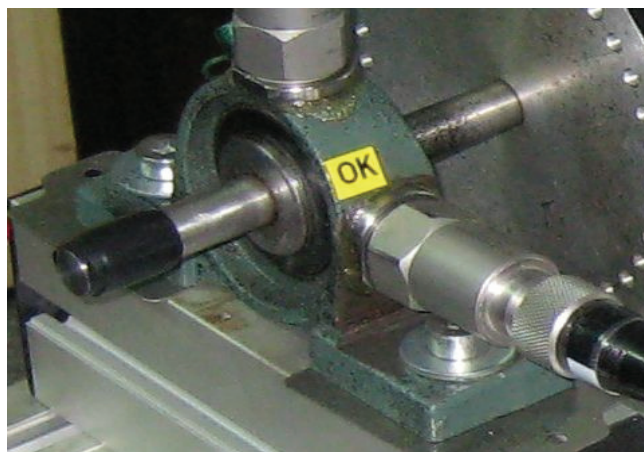
- a) Kontinualna i diskretna promena brzine obrtanja rotora
- b) Uvođenje oštećenja ležaja
- c) Uvođenje oštećenja mašine tipa nesaosnosti u spojnici između pogonske i gonjene mašine
- d) Uvođenje različitih nivoa debalansa rotirajućih masa u dve korekzione ravni
- e) Uvođenje oštećenja mašine tipa prisustva zazora (na primer usled ne pritegnutih zavrtnjeva)
- f) Uvođenja oštećenja tipa krivo vratilo itd.



Slika 2. Probni sto za analizu vibracija rotirajućih mašina

Za pogon rotora korišćen je asinhroni elektromotor od 0.37kW na koji je, u cilju kontrolisane promene broja obrtaja povezan frekventni regulator. Izlazni rukavac elektromotora je preko spojnice povezan sa gonjenim rotorom.

Sa obzirom da će u ovom radu biti ispitano prisustvo lošeg ležaja i debalansa korišćena je elastična spojnica. Isto tako sa obzirom da, loše ležajeve kod pojedinih tipova otkaza, karakteriše prisustvo visoko frekventnih komponenti, za snimanje vibracija na ležajevima, su korišćeni akcelometri koji su montirani preko podloški sa usađenim zavrtnjevima.



Slika 3. Montaža akcelometra na kućište ležaja probnog stola

Za testove koji su zahtevali uvođenje debalansa rotirajućih masa su korišćeni tegovi poznatih masa izvedenih u vidu zavrtnjeva sa podloškama koji su montirani u za to predviđene otvore na diskovima, koji je prethodno izbalansiran u sopstvenim osloncima.

Kotrljajni ležajevi koji su korišćeni su oznake UC201A sledećih dimenzija:

- Prečnik kotrljajnog tela $d = 7.42\text{mm}$
- Podeoni prečnik ležaja $D = 33\text{mm}$
- Broj kotrljajnih tela $N = 8$

tako da su karakteristične frekvencije oštećenja ležaja:

- Oštećenje na unutrašnjoj stazi BPFI = 4.9 X
- Oštećenje na spoljnoj stazi BPFO = 3.1 X
- Oštećenje na kotrljajnom telu BS = 2.1097 X
- Oštećenje kaveza FT = 0.3875 X

Karakteristične frekvencije su date kao harmonijski redovi (X označava prvi harmonik odnosno osnovni broj obrtaja).

U ovom radu je u cilju dobijanja kotrljajnih ležajeva:

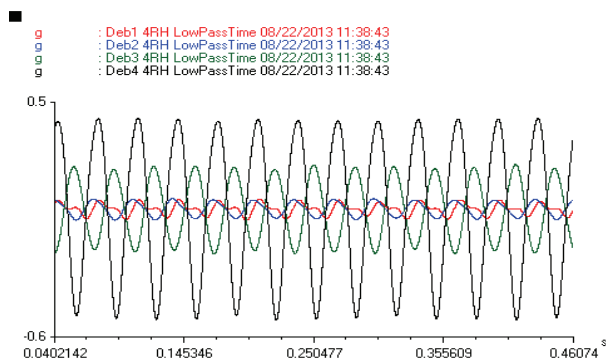
- a) sa oštećenjem na spoljnoj i unutrašnjoj stazi – korišćena zubarska brusilica pomoću koje je staza zarezana za svega nekoliko desetina milimetara.
- b) sa oštećenjem tipa zazora:

- i. manji zazori su inicirani nasilnom „montažom“ ležaja (ležaj je postavljen na vratilo nakon čega je spoljna staza udarena čekićem. Usled toga dolazi do pojave zazora u ležaju).

- ii. Veći zazori su dobijeni na način kao i manji zazori sa razlikom da je nakon toga u sam ležaj ubačen abrazivni materijal (pesak sadržan u pasti za grubo čišćenje).

3. REZULTATI

3.1 Rezultati ispitivanja različitih nivoa debalansa



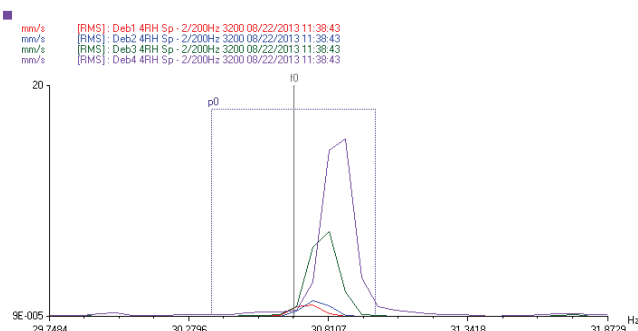
Slika 4. RH Vremenski zapisi

Komentar:

Gornjom slikom su prikazani nisko pojasno (0-100 Hz) filtrirani vremenski zapisi.

Sa dijagrama možemo primetiti da se povećanjem debalansa povećava i amplituda, tako da je amplituda od „Deb 4“ znatno veća od slučaja sa „Deb 1“.

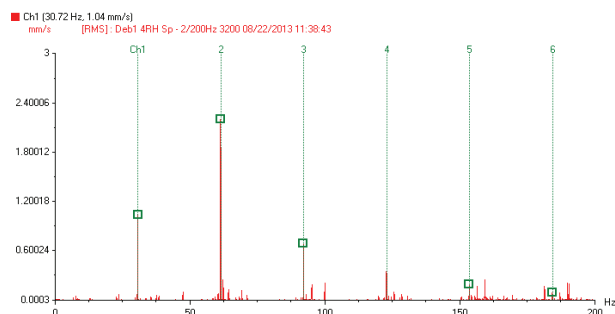
Ovo predstavlja očekivani rezultat i odgovara činjenici da je debalans dominantno vezan za komponentu 1X.



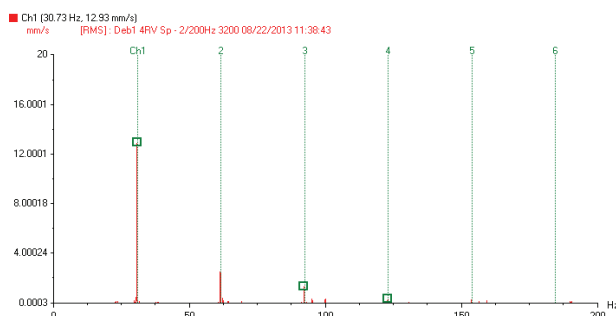
Slika 5. RH FFT, zoom oko 1X

Komentar:

Kako i očekivano dodati debalans utiče na povećanje komponente 1X.



Slika 6. Deb 1 4RH, FFT

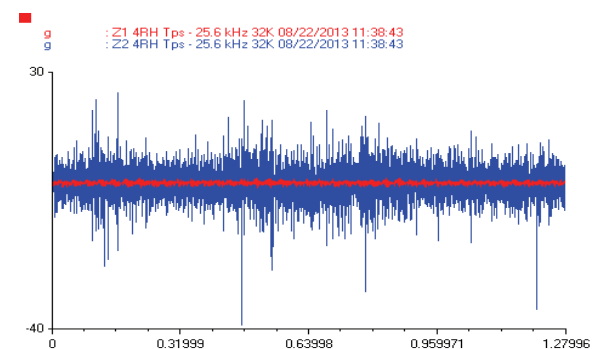


Slika 7. Deb 1 RV, FFT

Komentar:

Sa prethodne dve slike primećujemo interesantan detalj. Spektar u horizontalnom pravcu ima dominantan drugi harmonik, a i prisutne harmonike višeg reda, dok spektar u vertikalnom pravcu pokazuje dominantan 1X usled rezidualnog debalansa. Sam drugi harmonik može biti posledica postojanja nesaosnosti u sistemu ili pak usled nelinearnog odziva sistema na debalans rotirajuće mase.

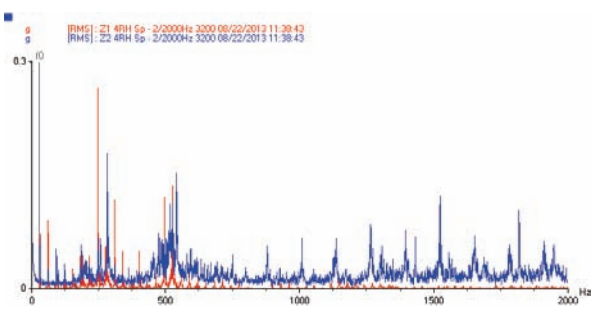
3.2 Rezultati ispitivanja različitih tipova oštećenja kotrljajnih ležajeva



Slika 8. RH vremenski zapisi Z1 i Z2

Komentar:

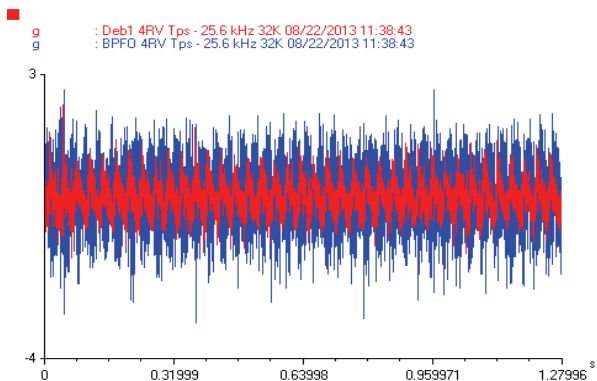
Sa slike 8. možemo primetiti da kod ležaja sa velikim zazorom usled velikog oštećenja defektna frekvencija će razviti harmonike, pa zaključujemo da su udarci češći i jači.



Slika 9. RH FFT: Z1 i Z2

Komentar:

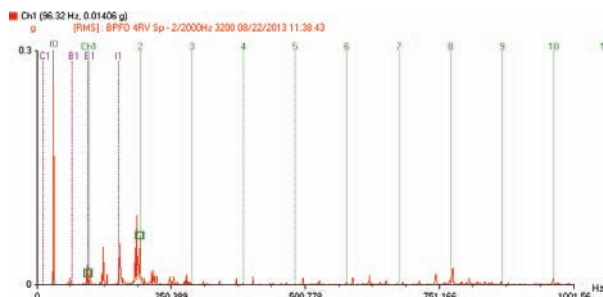
Sa gornje slike možemo videti po izraženim impulsnim komponentama u signalu da je ležaj oštećen. U slučaju ležaja sa velikim zazorom usled velikog oštećenja javlja se šum koji se javlja u širem opsegu frekvencija. Usled njega dolazi i do povećanja ukupne vrednosti sumarnog ubrzanja.



Slika 10. RV zapisi BPFO i Deb 1

Komentar:

Sa slike 10. u slučaju ispravnog ležaja ili Deb 1 prikazn je gust spektar periodičnih impulsa. U slučaju BPFO ili oštećenja spoljne staze, osim komponente 1X javljaju se i komponente viših frekvencija što se jasno vidi kako u frekventnom spektru (slika 11.) tako i u vremenskom zapisu.



Slika 11. RV FFT – harmonici od BPFO

Komentar:

Na slici 11. mogu se primetiti izražene komponente oštećenja na spoljnoj stazi. Samim tim ležaj se smatra oštećenim u meri da bi se u realnoj eksploataciji zahtevala njegova zamena.

4. ZAKLJUČAK

Snimanje i analiza vibracija je dokazni postupak bez razaranja na osnovu kojeg je moguća pouzdana ocena stanja rotirajuće mašine. Ipak uspeh ove metode u velikoj meri zavisi od primenjene merne opreme, vrste montaže mernih pretvarača na objekat ispitivanja kao i od osposobljenosti vibrodijagnostičara da u „šumi“ signala mehaničkih vibracija pouzdano izoluje vrstu i veličinu oštećenja. Veoma često se realni snimci razlikuju od

tipičnih, literaturom datih, oblika vremenskih signala i frekventnih spektara. Iz tog razloga je potreno koristiti ne samo analizu u frekventnom domenu, što je najčešći slučaj, već i analizu u vremenskom domenu, poređenje signala snimljenih u različitim koordinatnim pravcima, analizu različitih snimljenih skalarnih iskaza vibracija itd. Ipak mehanička vibracija, u opštem slučaju, predstavlja najbolji parametar za ocenu stanja mašine zbog jednoznačnosti informacija koje nosi u sebi.

5. LITERATURA

- [1]. Paresh Girdhar: Practical machinery vibration analysis and predictive maintenance, IDC Technologies, 2004.
- [2]. MOBIUS: iLearn Vibration, MOBIUS INSTITUTE, Melbourne, Australia 2002.
- [3]. Zuber N., Ličen H.: Savremene metode praćenja stanja ležajeva na bazi merenja i analize mehaničkih vibracija, Naučno stručni skup sa međunarodnim učešćem, Beograd, Srbija i Crna Gora, 2005.
- [4]. Zuber N., Automatizacija identifikacije otkaza rotirajućih mašina analizom mehaničkih vibracija, doktorska disertacija, Fakultet Tehničkih Nauka Univerziteta u Novom Sadu, 2010.
- [5]. Zuber N., Cvetković D., Rolling element bearings fault identification in rotating machines, existing methods of vibration signal processing techniques and practical considerations, „ACOUSTICS AND VIBRATION OF MECHANICAL STRUCTURES“, Timisoara, Romania, 2013
- [6]. Robert Bond Randall: Frequency analysis, Bruel and Kjaer, 1987.
- [7]. Šaravanja D., Petković D.: Vibracijska dijagnostika: teorija i praksa, Mašinski fakultet u Mostaru 2010.
- [8]. Jeremić B., Todorović P.: Kompleksna dijagnostika rotora, mašinski fakultet u Kragujevcu 2007.

Kratka biografija:



Dejan Antelj je rođen u Mostaru 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo odbranio je 2013. god.



Ninoslav Zuber je rođen 1973. god. u Bačkoj Topoli. Diplomirao, magistrirao i doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka gde je trenutno zaposlen u zvanju docenta.

**BIZNIS PLAN ZA PROIZVODNJU KANCELARIJSKOG NAMEŠTAJA U PREDUZEĆU
D.O.O. OFFICE LINE****BUSINESS PLAN FOR PRODUCTION OF OFFICE FURNITURE IN THE COMPANY
LTD OFFICE LINE**

Davor Dujmović, Velimir Todić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U okviru rada, na osnovu ABC analize proizvodnog programa i redukovanih količina projektovani su standardni tehnološki procesi izrade proizvoda kancelarijskog nameštaja, izabrane odgovarajuće mašine i određeni stepeni njihovog iskorišćenja. Na osnovu ovih podloga izrađen je biznis plan za ocenu efekata proizvodnje ovih proizvoda.

Abstract – Within the workplace, based on ABC analysis of the production program and reduced quantities projected are standard technological process of producing office furniture, selected resellers and correspondingly certain degree their efficiency. On the basis of these substrates was developed a business plan for the assessment of effects of these products.

Ključne reči: *Abc analiza, redukovane količine, biznis plan, finansijski plan*

1. UVOD

Dok je doindustrijsku eru karakterisala „igra čoveka s prirodom“, industrijsku „igra čoveka s veštačkom prirodom“ (koju je čovek stvorio), postindustrijsku civilizaciju karakteriše „igra među ljudima“, koja podrazumeva prevazilaženje tradicionalnih načina mišljenja, ponašanja i organizacije pojedinaca koji su inovativni i poseduju veći stepen kreativnog mišljenja [2]. Brze tehnološke promene, praćene organizacionim usavršavanjem, ekonomskom i pravnom fleksibilnošću, radikalno su transformisale faktore proizvodnje [2]:

- Tradicionalne šeme faktora proizvodnje (zemlja–prirodne sirovine koje nudi priroda, fizički, mentalni rad i kapital – radnike zamenjuju automatizovani roboti, informacije postaju resursi i sl.),
- Oblike i načine konkurencije u globalnim relacijama,
- Način proizvodnje (dominacija informacija, revolucionarni napredak sredstava za rad, mrežna organizacija),
- Stukturu proizvodnje,
- Motivaciju zaposlenih i
- Usavršavanje i potrebe stalnog učenja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Velimir Todić.

Svi proizvodi koji se prodaju i kupuju na tržištu, rezultat su kombinovanja pomenutih faktora proizvodnje. Međutim, ovi faktori ne mogu se kombinovati sami – neophodno je da ih u funkcionalni sklad dovode pojedinac (preduzetnik), koji pri tome preuzima odgovarajuće zadatke. Izvršenje i koordinacija ovih zadataka odvija se u organizaciji.

**2. POSTAVKA I RAZVOJ MODELA BIZNIS
PLANA**

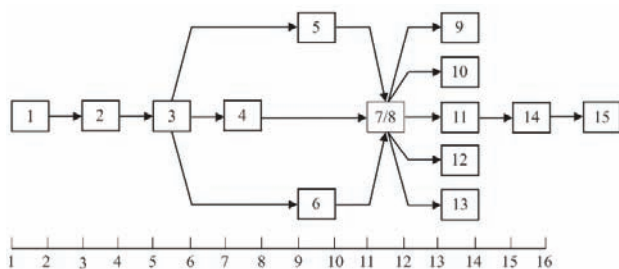
Biznis plan se smatra osnovnim oruđem preduzetnika. On je ogledalo pretenzije, poslovne filozofije i veštine konkretnog preduzetnika da upravlja svojim poslovanjem. Osnovna svrha mu je da pomogne preduzeću da definisane ciljeve poslovanja konvertuje u stvarnost uz što manje potresa, iznenađenja i neplaniranih aktivnosti. U tom smislu, biznis plan je svojevrsna „putna mapa“ koja omogućava da se što uspešnije pređe put od početne faze u kojoj se kreira biznis ideja do njene konačne realizacije. Imajući u vidu činjenicu da je namena biznis plana od esencijalnog značaja u lansiranju novog poslovnog poduhvata i da kao celovita i dobro organizovana dokumentaciona osnova treba da posluži kao vodič u realizaciji zamišljene strategije kreiranja određenog biznisa i ostvarenja njegovih ciljeva, on je okrenut:

- preduzetničkoj organizaciji,
- preduzetničkom timu za kontrolu,
- spoljnim akterima,
- državnim i drugim organima i
- porodici.

Biznis plan malog preduzeća mora imati sve one sadržajne elemente (i faze) kao i biznis plan srednjeg i velikog preduzeća, respektujući pri tome specifičnosti veličine, načina otpočinjanja poslovne delatnosti i razvojnih faza, slika 1.

Uobičajeno je da se biznis planovi, odnosno planske projekcije rade na godišnjem nivou. Međutim, to ne znači da je potrebno čekati kraj poslovne godine da bi se sagledale performanse poslovnog poduhvata. Umesto toga, poželjno je češće proveravati vitalne poslovne indikatore kao što su: kretanje dobiti, novčanog toka, kretanje proizvodnje, prodaje, cena, kvaliteta.

Ovakav svojevrsan „feed back“ sistem obezbeđuje informacije koje omogućavaju pravovremenu korekciju bilo kakvih odstupanja od definisanog cilja izazvanih promenama u poslovnom okruženju.



Slika 1 Dijagram modeliranja poslovnog plana preduzetničke organizacije

Faze modeliranja poslovnog plana preduzetničke organizacije čine [2]:

1. Donošenje odluke da se uđe u posao,,
2. Analiza sopstvenih mogućnosti,
3. Izbor proizvoda / usluga,
4. Istraživanje tržišta,
5. Projekcija prihoda od prodaje,
6. Izbor lokacije,
7. Modeliranje plana proizvodnje,
8. Plan marketinga,
9. Organizacioni plan,
10. Pravna regulativa,
11. Računovodstveni plan,
12. Plan osiguranja,
13. Plan računarske podrške,
14. Finansijski plan,
15. Rezime.

3. IZRADA BIZNIS PLANA ZA PROIZVODNJU KANCELARIJSKOG NAMEŠTAJA

D.O.O. OFFICE LINE, firma koja se bavi proizvodnjom, prodajom i montažom kancelarijskog nameštaja, prisutna je na tržištu preko 10 godina. Pripada firmi **ASTRA**, grupaciji za proizvodnju kancelarijskih stolica, nameštaja i uvoz ekskluzivnog italijanskog kancelarijskog nameštaja. U svojoj delatnosti je lider jer pruža visok kvalitet, višegodišnju garanciju na proizvode i kompletan servis za kupce. Prati sve evropske trendove i omogućava korisnicima da po svojoj meri i potrebama opreme svoj budući poslovni prostor. Prepoznatljiva je na tržištu, uz logo, koji je prikazan na slici 2.

OFFICELINE

Slika 2 Logo firme Office line

Glavni potrošači ovih proizvoda su saloni nameštaja, privatna preduzeća, trgovački lanci, krajnji kupci, privatna lica i inženjering. Celokupna proizvodnja biće usmerena na domaće tržište za dosadašnje potrošače Office line-a, trgovačke lance, stalne kupce i delimično na izvoz u susedne zemlje - Hrvatsku, Crnu Goru, Bosnu i Hercegovinu.

Marketing planom usvojena i strategija prodajnih cena, koja će sigurno doprineti uspehu projekta. Naime, iako će imati proizvode vrhunskog kvaliteta, prodajne cene će biti u rangu domaćih proizvođača, tj. oko 15% manje od dosadašnjih uvoznih.

Ovim se neće ugroziti profitabilnost projekta, jer **Office line** u odnosu na iste uvozne proizvode ima niz prednosti: blizinu i visok kvalitet sirovinske baze, manje transportne troškove i jeftiniju radnu snagu. Osnovna sirovina za izradu proizvoda je oplemenjena iverica, a takođe se koriste i lesniti ploče, zajedno sa još nekim dodacima, kao što su metalni okovi, šipke, vijci, rukohvati, klizači... Ovaj repromaterijal će se nabavljati od domaćih proizvođača i njihova nabavka neće biti problem jer je proizvodnja ovih proizvoda predimenzionirana za domaće potrebe. Uz navedene komponente za proizvodnju biće potrebne još europalette, streč folija i plastične trake.

Oplemenjena iverica, kao materijal za izradu navedenih proizvoda, se odlikuje:

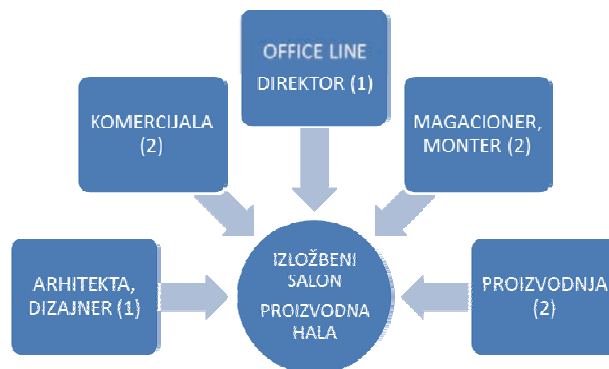
- Otpornošću na habanje,
- Visokom hemijskom i termičkom otpornošću i
- Stabilnošću boja

Oplemenjena iverica je pogodna za izradu unutrašnjih komponenta nameštaja za kuhinje, kupatila, spavaće sobe i kancelarije.

Office line ima dugoročnu strategiju razvoja, koja se ogleda u:

- Kompletiranju usluga opremanja poslovnih prostora i inženjeringu, uz kompletnu ponudu i raznovrstan asortiman proizvoda i
- Tendenciju širenja ka susednim državama poput Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Crne Gore.

Office line, pripremajući se za ovaj razvojni projekat, pripremio se za izmene u registraciji tako da pored postojeće delatnosti može da vrši i delatnost koja je predmet ove investicije, a nova organizaciona struktura prikazana je na slici 3.



Slika 3 Nova organizaciona struktura Office line-a

Iz prikazane organizacione strukture može se uočiti da će svi zaposleni imati uzajamnu saradnju, što će dovesti do velikog učinka, kako u proizvodnji tako i u marketingu i prodaji **Office line** proizvoda.

Ova moderna koncepcija uspostavljena je po uzoru na savremene organizacije u uspešnim malim preduzećima razvijenih zemalja, a precizno definisani hijerarhijski odnosi i vertikalni i horizontalni nivoi odlučivanja i tokovi informacija, uz računarsku podršku, biće dobra polazna osnova za uvođenje standarda serije ISO 9001, za šta se **Office line** već duže vreme priprema.

3.1 Proizvodni program preduzeća

Predmet biznisa je izgradnja pogona za proizvodnju kancelarijskog nameštaja, ormara, radnih stolova i klub fotelja.

Pomenuti proizvodi, stolovi, ormari, klub fotele i stolice prikazani su u radu [4], zajedno sa prodajnom cenom, dimenzijama i pojedinim karakteristikama.

Planirani obim proizvodnje pomenutih proizvoda takođe je prikazan [5], koji je usvojen na osnovu istraživanja tržišta i dosadašnje prodaje istih. Na osnovu ABC analize izabrani su reprezentanti svake od grupa kancelarijskog nameštaja [3], [4].



Slika 4 Reprezentanti proizvodnog programa Office line-a

3.2. Marketing miks

Termin marketing miks vezan je za dvojicu autora, Kulitona i Bordena. Postavljena su dva pitanja od strane Bordena, a to su koji instrumenti čine miks i drugo, koji su faktori od kojih zavisi optimalna kombinacija instrumenata marketing miksa.

Kao instrumente marketing miksa naveo je proizvod, cene, marku proizvoda, kanale distribucije, ličnu prodaju, unapređenje prodaje, privrednu propagandu, pakovanje, izlaganje, fizičku distribuciju, prikupljanje i analizu činjenica o marketing aktivnostima.

U faktore koji utiču na optimalnu kombinaciju marketing miksa naveo je: ponašanje potrošača, ponašanje posrednika, ponašanje konkurenata i regulativu države.

Najvažniji instrumenti marketing miksa su [1]:

- Proizvod,
- Cena,
- Mesto (prodaja i distribucija) i
- Promocija

Poželjno je da se stvori takva kombinacija instrumenata marketing miksa koja bi imala dugoročniji karakter i koja bi predstavljala samo okvir, a modifikacije bi se vršile prilikom odlučivanja na osnovu praćenja i uzimanja u obzir događaja iz okruženja.

3.3. Finansijska ocena biznis plana

U cilju ispitivanja stvarne profitabilnosti same ideje, biznis planom je obuhvaćena proizvodnja novih proizvoda i dosadašnje poslovanje, odnosno svi prihodi, rashodi i

postojeći krediti. To znači da je u analizu uključen uticaj sadašnjeg predmeta poslovanja na novi biznis, a troškovima poslovanja pogona dodate su stručne usluge računovodstva, marketinga i komercijale **OFFICE LINE**-a.

Detaljan prikaz biznis plana dat je u [5], a u tabeli 1 je prikazan finansijski tok za projektovani biznis plan, iz koga se vidi da su neto primici pozitivni i relativno veliki tokom celokupnog veka projekta.

Tabela 1. Finansijski tok za biznis plan (€)

Ekonomska stavka	Godine veka projekta					
	2014	2015	2016	2017	2018-22	2023
I. PRIMICI	2.483.657	963.084	963.084	963.084	963.084	1.713.084
1. Ukupan prihod	881.657	963.084	963.084	963.084	963.084	963.084
2. Sopstvena sredstva	1.552.000	0	0	0	0	0
3. Kredit	50.000	0	0	0	0	0
4. Ost. vrednosti projekta	0	0	0	0	0	750.000
II. IZDACI	2.440.610	917.242	882.166	836.540	768.761	768.761
5. Osnovna sredstva	1.540.000	0	0	0	0	0
6. Obrtna sredstva	62.000	0	0	0	0	0
7. Materijalni troškovi	736.073	787.309	739.309	699.000	610.000	610.000
8. Nematerijalni troškovi	24.300	24.300	24.300	24.300	24.300	24.300
9. Plate	66.180	66.180	66.180	66.180	66.180	66.180
10. Amorteti	6.730	25.576	23.467	5.519	0	0
11. Porez na dobit	5.327	13.877	28.910	41.541	68.281	68.281
III. NETO PRIMICI (I-II)	43.047	45.842	80.918	126.544	194.323	944.323
IV. KUMULATIV	43.047	88.889	169.807	296.351	490.674	1.434.997

S obzirom da planirana proizvodnja treba da otpočne 15.3.2014, neopravdano je uračunati celu 2014. godinu za vek projekta projektovanog biznis plana, tako da će se smanjiti prihod od novog pogona za 30 %, a takođe i materijalni troškovi za proizvodnju kancelarijskog nameštaja.

Prosečan godišnji prihod preduzeća će iznositi približno 946.798 € / god, rashod 841.507 € / god, dobit 105.290 € / god i neto dobit 73.703 € / god od prodaje pomenutih proizvoda.

Ukupni rashodi iz godine u godinu se menjaju, tj. smanjuju, u skladu sa otplatama kredita.

Poslednji kredit ističe 2019. godine, dok novi kredit od 50.000 € za projektovani pogon ističe krajem 2017. godine.

Statička ocena biznis plana podrazumeva analizu njegove efikasnosti u reprezentativnoj godini njegovog veka, pod kojom se podrazumeva godina u kojoj je dostignut pun kapacitet proizvodnje, a finansijske obaveze po izvorima finansiranja još uvek traju. U ovom biznis planu to je 2015. godina.

Uložena sredstva vraćaju se u narednih 12 godina, tj. krajem 2025. godina, preduzeće će da bude u dobitku 178.570 €.

Investicija koja se odnosi na poslovni prostor sa halom iznosi približno 1.000.000 €.

Ova investicija nije investicija samo **Office line**-a već i preduzeća **SZR Astra**, kao deo razvojnog programa proizvođača stolica i fotelja. Novi objekat od preko 1500 m² namenjen je i za proizvodnju i za izložbu kompletnog asortimana čitave grupacije, italijanskog kancelarijskog

nameštaja, kancelarijskih stolica, kućnih garnitura, kancelarijske opreme i proizvoda koji su tema ovog rada. U okviru dinamičke ocene projekta koja je detaljno prikazana u [5], utvrđeno je da je prva pozitivna neto sadašnja vrednost u 17. godini od početka projekta. Senzitivna analiza koja je detaljno prikazana u [5], pokazuje da je biznis plan likvidan u celom svom životnom veku, kako pri smanjenju prihoda za 10 %, gde je finansijski tok prikazan u tabeli 2, tako i pri porastu materijalnih troškova za 10 %.

Tabela 2. Finan. tok za pad ukupnog prihoda za 10 % (€)

Ekonomska stavka	Godine veka projekta					
	2014	2015	2016	2017	2018-22	2023
I. PRIMICI	2.403.506	875.530	875.530	875.530	875.530	1.625.530
1. Ukupan prihod	801.506	875.530	875.530	875.530	875.530	875.530
2. Sopstvena sredstva	1.552.000	0	0	0	0	0
3. Kredit	50.000	0	0	0	0	0
4. Ost. Vrednosti projekta	0	0	0	0	0	750.000
II. IZDACI	2.454.001	915.754	855.899	810.274	742.495	742.495
5. Osnovna sredstva	1.540.000	0	0	0	0	0
6. Obrtna sredstva	62.000	0	0	0	0	0
7. Materijalni troškovi	736.073	787.309	739.309	699.000	610.000	610.000
8. Nematerijalni troškovi	24.300	24.300	24.300	24.300	24.300	24.300
9. Plate	66.180	66.180	66.180	66.180	66.180	66.180
10. Amorteti	6.730	25.576	23.467	5519	0	0
11. Porez na dobit	18.718	12.389	2.643	15.275	42.015	42.015
III. NETO PRIMICI (I-II)	-50.495	-40.224	19.631	65.256	133.035	883.035
IV. KUMULATIV	-50.495	-90.719	-71.088	-5.832	127.203	1.010.238

4. ZAKLJUČCI

Na osnovu ABC analize proizvodnog programa kancelarijskog nameštaja u preduzeću **D.O.O. OFFICE LINE** izvršen je izbor reprezentata četiri grupe proizvoda kancelarijskog nameštaja.

„Za reprezentate ovih grupa kancelarijskog nameštaja projektovani su standardni tehnološki procesi izrade, za usvojene mašine, a potom na bazi redukovanih količina izračunat broj potrebnih mašina, odnosno stepen njihovog iskorišćenja [4].

Izabrana tehnološka oprema i objekti za proizvodnju, uz usvojeni obim proizvodnje pojedinih proizvoda kancelarijskog nameštaja, omogućili su da se na osnovu postavljenog modela za biznis plan projektuje odgovarajući biznis plan za proizvodnju ovih proizvoda.

U okviru ovog biznis plana uspešno je izvršena analiza tržišta i nabavke i prodaje, određeni potrebni resursi, proverena analiza finansiranja i otplate kredita, isplativost i vrednost projekta.

Najvažniji rezultati koji su proizašli iz izrade ovog biznis plana, pokazuju:

- Da je tržište i nabavke i prodaje vrlo kvalitetno ispitano,
- Da usvojeni biznis pokazuje i obezbeđuje dobre finansijske efekte,
- Da biznis podnosi smanjenje kapaciteta za 7 % u 2015. godini, a čak 41 % nakon otplate kredita i
- Da biznis pokazuje dobre finansijske rezultate i u slučaju pada prihoda za 10 % i porasta materijalnih troškova za 10 %.

Kao ključni zaključak se može usvojiti da je ulaganje u posmatrani projekat proizvodnje kancelarijskog nameštaja opravdano.

5. LITERATURA

- [1] **Jović, M.:** Međunarodni marketing, Trim Soft, Beograd, 1997.
- [2] **Todić, V., Penezić, N., Lukić, D., Milošević, M.:** Tehnološka logistika i preduzetništvo, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011,
- [3] **Zelenović, D., Ćosić, I., Maksimović, R.:** Projektovanje proizvodnih sistema Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [4] **Dujmović D.:** Diplomski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.
- [5] **Dujmović D.:** Master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.

Kratka biografija:



Davor Dujmović rođen je u Novom Sadu 1989. godine. Završio je osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2012. godine. Diplomski master rad iz oblasti Tehnološke logistike i preduzetništva „Biznis plan za proizvodnju kancelarijskog nameštaja u preduzeću D.O.O. OFFICE LINE“ brani 2013. godine.



Prof. Dr. Velimir Todić, rođen 1945. god. diplomske i magistarske studije završio je na Mašinskom, odnosno Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, doktorsku disertaciju odbranio je na Fakultetu tehničkih nauka. U zvanju redovnog profesora za užu naučnu oblast, tehnoloških procesa, tehoekonomske optimizacije i za virtuelno projektovanje proizvoda je od 1998. godine

PRIMENA UNAPREĐENE REGULACIJE NAPONA U REALNOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**APPLICATION OF ADVANCED VOLTAGE CONTROL IN REAL DISTRIBUTION NETWORK**

Dario Đanić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je verifikacija funkcije regulacije napona merenjem 20 kV i 0.4 kV napona. Eksperimenti su urađeni na realnoj distributivnoj mreži i u realnom vremenu. Kvalitet njenih rezultata kvantifikovan je na osnovu vrednosti štete koju trpe potrošači zato što se napajaju električnom energijom čiji napon odstupa od optimalne vrednosti.

Abstract – In this paper, voltage control function has been verified by 20 kV and 0.4 kV voltage measurements. All experiments were realized in real distribution network in real time. The quality of the results was quantified on the damage value base, suffered by the consumers when they are supplied by electrical energy whose voltage differs from the optimal value.

Cljučne reči: Unapređena regulacija napona, regulacija napona, distributivne mreže

1. UVOD

Naglim razvojem automatizacije distributivnih mreža (DM) poraslo je interesovanje za upravljanjem i u podsystemima za distribuciju električne energije. Kao što je automatizacija, primena kompjutera i informatike u elektroenergetskim sistemima (EES) započela od proizvodnje (izvora), tako je automatizacija distributivnih preduzeća započela od napojnih transformatorskih stanica (TS) visoki na srednji napon, transformatorskih stanica srednji na srednji napon i automatizacijom srednjenaponskih (SN) izvoda.

Danas je automatizacijom obuhvaćen i manji broj SN objekata (distributivne transformatorske stanice i SN postrojenja), ali se sa automatizacijom niskonaponskih mreža još nije vidno započelo. Ipak, intenzivni razvoj automatizacije DM od visokonaponskih do niskonaponskih sabirnica sa uključenim distributivnim SCADA sistemima (Supervisory Control And Data Acquisition – Daljinski nadzor, komandovanje i prikupljanje podataka) utrli su put ka razvoju i primeni distributivnih menadžment sistema (DMS). Ti sistemi danas predstavlja najviši nivo automatizacije DM. Veoma sofisticirani DMS za automatizaciju i upravljanje DM počeli su da se razvijaju krajem dvadesetog veka. Jedan takav savremen sistem za upravljanje DM se osim baze podataka i sistema SCADA, sastoji i od velikog broja analitičkih funkcija.

Do razvoja automatizacije i daljinskog upravljanja u DM, uređaji i metodi za klasičnu regulaciju napona (KRN) bili

su jedina tehnika za regulaciju napona. Osnovni cilj takve regulacije bio je da se vrednost napona, u zavisnosti od opterećenja, "drži" unutar unapred definisanih granica. Problemi i osnovni nedostaci ovakve regulacije su:

- automatski regulator napona (ARN) na napojnim regulacionim transformatorima reguliše napon na njegovom sekundaru bez obzira na aktuelne pozicije regulacionih sklopki distributivnih transformatora koji se napajaju električnom energijom s tog regulacionog transformatora;
- ne postoji razvijena procedura na osnovu koje bi se obezbedio izbor pozicija regulacionih sklopki distributivnih transformatora (aspekt planiranja regulacije napona);
- zakon regulacije KRN ima izrazito krutu karakteristiku jer ARN radi samo na osnovu lokalnih informacija o vrednostima struja i napona na sekundaru regulacionog transformatora;
- kada tronamotajni regulacioni transformator snabdeva dve SN DM (jednu sa strane sekundara, a drugu sa strane tercijera) regulacija napona se oslanja jedino na informacije o strujama i naponima sa strane sekundara;
- teško je ostvariti čestu promenu parametara regulacije napona, itd.

Rešavanje tih problema, dovodi do formiranja unapređene regulacije napona (URN) [1].

2. UNAPREĐENA REGULACIJA NAPONA

Problemi primene KRN u realnom vremenu mogu značajno da se prevaziđu primenom matematičkog modela URN koji je integrisan u DMS. Dobri rezultati studije izvodljivosti su potvrdili da URN može da se primeni u DM i da bi njena primena značajno doprinela popravci kvaliteta napona. Ako bi se pri tom iskoristile mogućnosti SCADA sistema (kao dobro poznatih sistema realnog vremena za nadzor i komandovanje DM) doprinos URN bio bi još veći. Upravo zato su SCADA sistemi, koji su sada već standardna oprema svakog dispečerskog centra (DC), iskorišćeni za praktičnu realizaciju DMS URN. U tu svrhu razmatrane su sledeće dve opcije primene DMS URN [1]:

1. *Centralizovana DMS URN* kada se na osnovu rezultata URN integrisane u DMS, putem SCADA sistema, dakle u realnom vremenu direktno upravlja s pozicijom regulacionog otepa na regulacionom transformatoru s regulacijom pod opterećenjem (RTPO) i
2. *Lokalna DMS URN* kada se na osnovu rezultata URN integrisane u DMS, putem SCADA sistema, dakle u realnom vremenu podešavaju parametri zakona

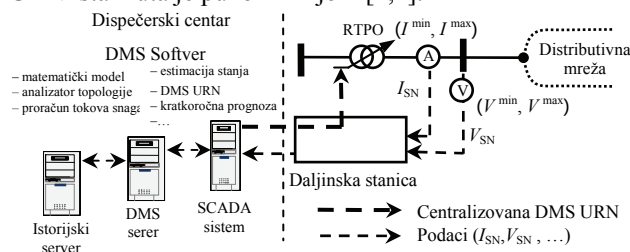
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Goran Švenda.

regulacije softvera u daljinskoj stanici koji direktno upravlja s pozicijom regulacionog otepa na RTPO.

2.1. Centralizovana DMS URN

Centralizovana DMS URN regulacija znači da su nadležnosti klasičnog ARN preuzete od strane DMS Softvera koji direktno iz dispečerskog centra, preko SCADA sistema, upravlja sa pozicijom regulacionog otepa na RTPO (slika 1). Dakle, u svakom trenutku, na osnovu aktuelnog režima i aktuelnih pozicija regulacionih otepa na svim regulacionim transformatorima s regulacijom u bez-naponskom stanju (RTBS), određuje se optimalna pozicija regulacionog otepa na RTPO i daje se nalog za njenu promenu. Na slici 1 centralizovana DMS URN istaknuta je punom linijom [1,2].



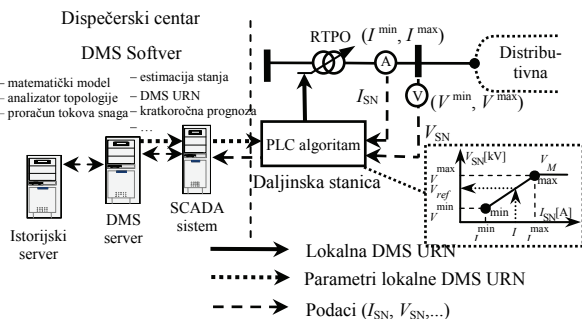
Slika 1. Centralizovana DMS URN

2.2. Lokalna DMS URN

Osnovni problem centralizovane DMS URN je gubitak komunikacije između DC i napojne TS sa RTPO, kada RTPO ostaje na poslednjoj zadatoj poziciji. Zbog tog nedostatka je razvijena lokalna DMS URN koja putem PLC (Programmable Logic Controller) softvera instaliranog u daljinskoj stanici (Remote Terminal Unit – RTU) upravlja regulacionim otepom RTPO. PLC softver je projektovan sa funkcionalnostima klasičnog ARN. Njegovi parametri se podešavaju na osnovu rezultata funkcije regulacije napona (zakona regulacije) koja je integrisana u DMS softver [3]. Podešenje PLC softvera za regulaciju napona u daljinskoj stanici vrši se iz DC putem SCADA sistema slanjem parametara s kojima je zakon regulacije definisan. U slučaju prekida komunikacije između DC i TS regulacija napona se realizuje na osnovu zadnje podešenih parametara. U slučaju dužeg prekida parametri podešenja PLC softvera se automatski prepodese na unapred specificirana, uobičajena podešenja. Njenom primenom postiže se ne samo visok kvalitet napona DM, već i visok stepen pouzdanosti realizacije. Pritom, lokalna DMS URN je jednostavna za ugradnju i značajno je jeftinija od KRN koja se sprovodi na osnovu ARN.

KRN i lokalna DMS URN zasnivaju se na zakonu regulacije [3]. Na slici 2 prikazana je lokalna DMS URN: 1) u daljinsku stanicu se uvode izmerene vrednosti struje (I_{SN}) i napona (V_{SN}) sa sekundara RTPO; 2) utvrđuje se odstupanje napona – razlika V_{SN} i referentne vrednosti napona (V_{ref}) koja bi, na osnovu zakona regulacije, za I_{SN} , trebala da se izmeri; 3) na osnovu odstupanja napona, inicira se delovanje PLC Softvera, koji ako treba inicira promenu pozicije regulacionog otepa, s ciljem da se odstupanje napona poništi. Suštinska razlika između lokalne DMS URN i KRN je što se za KRN zakon regulacije implementira uobičajeno jednom za ceo razmatrani period (za režime sa očekivanim minimalnim i

maksimalnim opterećenjem i očekivanu topologiju DM). Za razliku od tog pristupa centralizovana DMS URN [3] i ovde razmatrana lokalna DMS URN zasnivaju se na rezultatima seta rezidentnih DMS funkcija u realnom vremenu (Analizator topologije, Estimacija stanja i Kratkoročna prognoza), odnosno na dovoljno kvalitetnoj slici o aktuelnoj topologiji i režimu DM [2].



Slika 2. Lokalna DMS URN

3. EKSPERIMENT I REZULTATI

Verifikacija funkcije regulacije napona izvršena je na delu SN distributivne mreže ED "Sombor" koja se snabdeva električnom energijom sa transformatora 1 TS 110/20 kV/kV "Sombor 2". Sa transformatora 1, snage 31.5 MVA, potrošači se snabdevaju električnom energijom preko 6 SN izvoda ukupne dužine 137 km, sa 134 TS 20/0.4 kV/kV ukupne instalirane snage 45 650 kVA. Njime se snabdeva ukupno 12 224 potrošača sa dela područja grada Sombora i potrošači u naseljima Bezdan, Bački Monoštor i Kupusina sa njihovim okolinama. Pregled osnovnih karakteristika izvoda nad kojim su vršeni eksperimenti dat je u tabeli 1.

Tabela 1. Karakteristike 20 kV izvoda nad kojima su vršeni eksperimenti

Naziv 20 kV izvoda	Dužina [km]	Broj TS 20/0.4 kV/kV	Instalirana snaga [kVA]	Broj potrošača
"Aerodrom"	33.12	16	5020	1011
"B.Monoštor"	37.45	25	6260	2179
"Bezdan"	29.60	36	9440	2437
"Kosovska"	8.38	11	7610	1775
"Centar III"	6.56	15	8240	2371
"Selenča 1"	21.90	31	9080	2451

Za eksperiment, TS 20/0.4 kV/kV izabrane su tako da na svakom od šest razmatranih izvoda postoje merenja u nekoj TS 20/0.4 kV/kV tog izvoda. Za merenje 0.4 kV struja izabrane su one TS 20/0.4 kV/kV koje su više opterećene od ostalih zbog većeg uticaja na funkciju estimacije stanja, a što se tiče njihovog fizičkog položaja nalaze se kako na početku tako i na sredini i na samom kraju posmatranih izvoda. Merni uređaji su postavljeni u sledeće TS 20/0.4 kV/kV: ZTS-K "Kozara", STS "Blok 273", MBTS "V. Nazor", STS "Somborska – Železnička", ZTS "M.Tita – Šančeva", MBTS "Škola" i ZTS "Kneza Miloša 1" i izvršeno je njihovo podešavanje za snimanje. Snimane sujednominutne vrednosti merenih veličina. Vre-

me na svakom mernom uređaju je podešeno i sinhronizovano prema vremenu DMS Softvera. Funkcija estimacija stanja je podešena da, kao kvantitativne pokazatelje potrošnje, koristi maksimalne struje (a ne instalisane snage ili mesečne protoke energije). Maksimalne struje TS 20/0.4 kV/kV određene su procenom, samo na osnovu očitavanja njenih maksimalnih struja iz prethodnog meseca. Procenjene vrednosti maksimalnih struja TS 20/0.4 kV/kV ručno su unete u DMS Softver. S obzirom da skup estimiranih vrednosti veličina, manje ili više, odstupa od odgovarajućih telemetrisanih vrednosti veličina, to su za potrebe rada funkcije estimacija stanja, unapred zadate dozvoljene apsolutne i relativne granice odstupanja izmerenih, estimiranih i preestimiranih vrednosti telemetrisanih veličina. U tabeli 2 date su korišćene dozvoljene vrednosti za razlike izmerenih i preestimiranih struja, razlike izmerenih i estimiranih struja, razlike izmerenih i estimiranih napona kao i težinski faktori istorijskih i vrednosti merenja koje su korišćene u eksperimentu.

Tabela 2. Vrednosti parametara funkcije Estimacija stanja

Izmerene – preestimirane struje	30 A	30 %
Izmerene – estimirane struje	20 A	20 %
Izmereni – estimirani napon	0.1 kV	1 %
Težinski faktor istorijskih podataka	10 %	
Težinski faktor telemetrisanih podataka	100 %	

Funkcija Regulacija napona je podešena sa parametrima prikazanim u tabeli 3. Namerno su date maksimalne vrednosti napona u podešenjima da bi se analizirao kako se kreću maksimalne vrednosti napona u malim TS.

Tabela 3. Vrednosti parametara funkcije Regulacija napona

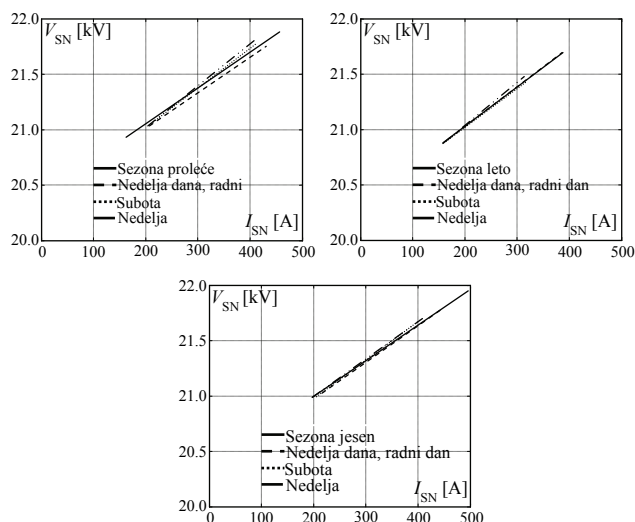
Gornja 20kV naponska granica	110 %
Donja 20kV naponska granica	95 %
Gornja 0.4 kV naponska granica	110 %
Donja 0.4 kV naponska granica	95 %

Za realizaciju lokalne DMS URN se koriste zakoni RN koji se planiraju za čitavu sezonu, radni dan, subotu i nedelju. Planiranje krivih zakona RN izvršeni su primenom moda planiranja DMS URN. Dispečer na računaru u DC, prelaskom iz aktivnog u mod planiranja (simulacioni), podešava parametre planiranja i program je pušten u rad. Primenom moda planiranja DMS URN formirane su krive zakona RN. Formirane su četiri krive zakona regulacije: za celokupan period, za nedelju dana, za radni dan, za subotu i za nedelju. Na osnovu planiranih zakona RN za određeni period je dispečer podešavao iz DC PLC softvera u daljinskoj stanici. Rezultati planiranja su u skladu sa postojećih pozicija RTBN datih u tabeli 4. Želelo se uočiti prednosti i mane korišćena različitih vrsta krivi primenom lokalne DMS URN.

Tabela 4. Postojeće pozicije RTBN

Naziv izvoda	Naziv TS 20/0.4 kV/kV	Mesto	Poz. RTBN
"Aerodrom"	ZTS "Apatinski put – P. Šandora"	Kupusina	2
"Aerodrom"	STS "Somborska – Železnička"	Kupusina	2
"B.Monoštor"	MBTS "V. Nazora"	B.Monoštor	2
"Bezdan"	MBTS "Škola"	Bezdan	4
"Bezdan"	ZTS-K "Kozara"	Bezdan	3
"Centar III"	ZTS "Kneza Miloša 1"	Sombor	2
"Selenča 1"	STS "Blok 273"	Sombor	3

U eksperimentima su korišćene krive sa gornjom naponskom granicom od 110 %. Uočava se da su krive u okviru iste naponske granice približno iste i da malo odstupaju (slika 3).



Slika 3. Planirane krive regulacije

Korišćena su dva kvantitativna pokazatelja odstupanja (greške) preestimiranog, estimiranog i merenog napona:

ΔV_{sr}^{MP} – srednja relativna razlika (%) merene i preestimirane vrednosti napona svih snimljenih trenutaka mernog mesta SN DM. Ovaj pokazatelj je na slikama označen sa "F":

$$\Delta V_{sr}^{MP} (\%) = \frac{100}{m} \left(\sum_{j=1}^m \left| \frac{V_j^M - V_j^P}{V_j^P} \right| \right) \quad (1)$$

ΔV_{sr}^{ME} – srednja relativna razlika (%) merene i estimirane vrednosti napona svih snimljenih trenutaka mernog mesta SN DM. Ovaj pokazatelj je na slikama označen sa "H":

$$\Delta V_{sr}^{ME} (\%) = \frac{100}{m} \left(\sum_{j=1}^m \left| \frac{V_j^M - V_j^E}{V_j^E} \right| \right) \quad (2)$$

U izrazima (1) i (2) korišćene su sledeće oznake:

j – trenutak merenja, $j = 1, 2, 3, \dots, m$,

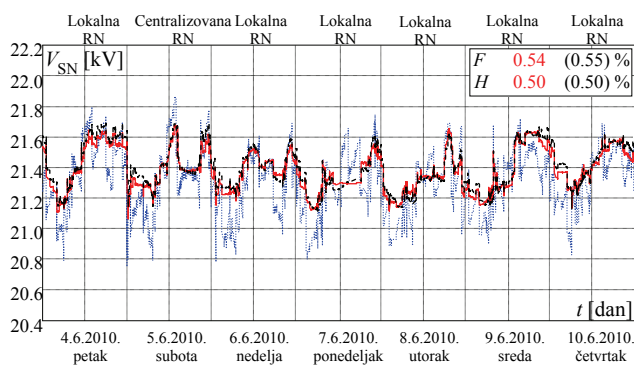
V_j^α – preestimirana ($\alpha = P$), izmerena ($\alpha = M$) i

estimirana ($\alpha = E$) vrednost napona u trenutku j .

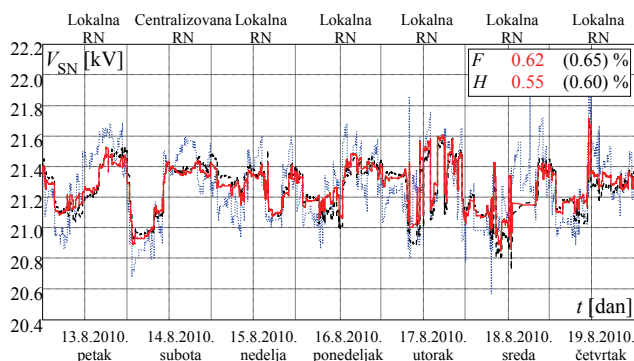
Na slikama 4, 5 i 6 prikazane su vrednosti kvantitativnih pokazatelja odstupanja modula 20 kV napona za sva tri perioda, proleće, leto i jesen, respektivno.

Na slikama koje slede isprekidanom crnom linijom predstavljena je preestimirana vrednost, punom crvenom linijom estimirana vrednost, a tačkastom plavom linijom merena vrednost odgovarajuće veličine. Na slikama je naznačeno koja vrsta DMS URN je tog dana bila aktuelna.

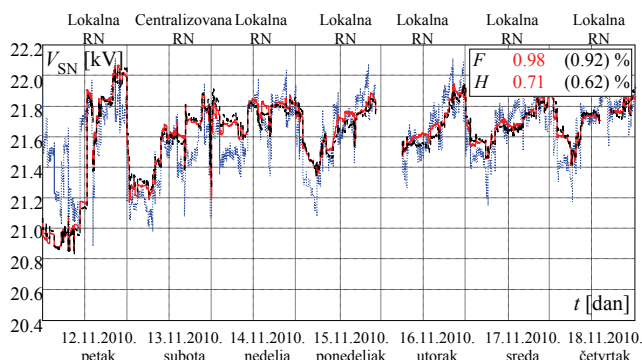
Za dane petak, nedelja, ponedeljak, utorak, sredi i četvrtak, kada je radila lokalna DMS URN korišćeni su različiti tipovi krivi koje su prikazane na slici 3. Kvantitativni pokazatelji estimacije stanja (F i H) koji su dati na slikama, odnose se na period cele sezone za koju su vršeni eksperimenti, dok su za prikazane dane na dijagramima vrednosti navedenih pokazatelja istaknute crvenom bojom.



Slika 4. 20 kV napon transformatora 1, proleće



Slika 5. 20 kV napon transformatora 1, leto



Slika 6. 20 kV napon transformatora 1, jesen

U tabeli 5 prikazane su vrednosti štete i odstupanje napona u RTBS u koje su postavljena dubinska merenja. Prikazane su vrednosti štete i odstupanja napona lokalne DMS URN u odnosu na vrednosti koje bi se ostvarile primenom centralizovane DMS URN (s permanentnom kontrolom pozicije regulacionog otepa na RTPO u realnom vremenu).

Sa ΔV^{LRN} su označene vrednosti odstupanja estimiranih vrednosti napona na NN sabirnicama od nominalnih vrednosti napona, a sa $\dot{S}_{LRN}$ štete koju potrošači trpe usled tih odstupanja [3] koje su realizovane primenom lokalne DMS URN. Sa ΔV^{CRN} su označene vrednosti odstupanja estimiranih vrednosti napona na NN sabirnicama od nominalnih vrednosti napona, a sa $\dot{S}_{CRN}$ štete koju potrošači trpe usled tih odstupanja koji bi se ostvarili primenom centralizovane DMS URN. Štete u tabeli 5 su izražene u hiljadama [n.j.]. Srednja vrednost napona za lokalnu i centralizovanu DMS URN su 2.00 % i 1.78 %, respektivno. Dakle šteta realizovana primenom lokalne DMS URN veća je za 15 % iz toga sledi opravdan razlog primene centralizovane DMS URN.

Tabela 5. Efekti primene lokalne i centralizovane DMS URN

Naziv TS 20/0.4 kV/kV	S _n [kVA]	Vreme eksp.	Lokalna DMS URN			Centralizovana DMS URN		
			$\dot{S}_{LRN}$	ΔV_{sr}^{LRN}		$\dot{S}_{CRN}$	ΔV_{sr}^{CRN}	
			[n.j.]	[V]	[%]	[n.j.]	[V]	[%]
STS "Apatinski put – P.Šandora"	160	P	114	12.1	2.90	101	10.7	2.56
		L	9	12.7	3.03	8	12.5	3.00
		J	197	13.2	3.13	170	11.4	2.70
STS "Somborska – Železnička"	160	P	–	–	–	–	–	–
		L	185	14.2	3.39	168	14.1	3.36
		J	227	14.0	3.29	197	12.2	2.86
MBTS "V. Nazora"	630	P	52	10.4	2.48	31	8.9	2.13
		L	49	7.3	1.76	31	7.2	1.74
		J	141	9.5	2.25	62	8.1	1.91
STS "Blok 273"	160	P	–	–	–	–	–	–
		L	89	9.1	2.22	83	9.0	2.19
		J	294	13.6	3.28	209	11.4	2.75
ZTS-K "Kozara"	160	P	139	3.6	0.85	124	3.5	0.83
		L	125	4.0	0.96	113	4.0	0.95
		J	398	7.3	1.69	358	6.8	1.58
MBTS "Škola"	400	P	189	4.6	1.09	177	3.9	0.93
		L	32	7.7	1.89	16	7.6	1.85
		J	189	6.5	1.56	186	4.0	0.95
ZTS "Kneza Miloša 1"	630	P	184	2.2	0.54	151	2.1	0.52
		L	208	3.1	0.76	205	2.3	0.56
		J	232	4.1	0.99	204	2.2	0.53
Prosek		–	8.38	2.00	–	7.47	1.78	
Ukupno		3 063	–	–	2 604	–	–	

3. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj funkcije *Regulacije napona* je održavanje napona u okviru zadatih tehničkih granica u svakom trenutku i u svim delovima DM. U radu se pokazalo da primenom DMS URN su prevaziđeni svi problemi koji su postojali primenom KRN i efikasnost ovakve regulacije napona potvrđena je njenom primenom u realnom vremenu. Primenom lokalne DMS URN realizovani rezultati su neznatno lošiji od rezultata koji bi se ostvarili primenom centralizovane DMS URN i znatno su bolji od rezultata koji bi se dobili primenom KRN. Konačno je dobijen ne samo kvalitetan, već i pouzdan sistem regulacije napona.

4. LITERATURA

- [1] Z.J.Simendić: "Unapređena regulacija napona i njena integracija u distributivni menadžment sistem", *doktorska disertacija*, Fakultet tehničkih nauka – Novi Sad, Novi Sad, Srbija, 2013.
- [2] G.S.Švenda, V.C.Strezoski, Z.J.Simendić, A.Car: "Kombinovana centralizovana i lokalna regulacije napona distributivnih mreža", *VII JUKO CIRED Regional Conference on electricity distribution*, R – 4.07, Vrnjačka Banja, Serbia, 2010, ISBN: 978-86-83171-15-6.8.
- [3] G.S.Švenda, V.C.Strezoski, Z.J.Simendić, V.R.Mijatović: "Real-Time Voltage Control Integrated in DMS", *20th International Conference on electricity Distribution*, 2009, Prague, Session No. 3. ISBN: 978-1-84919-127-2.

Kratka biografija:



Dario Đanić rođen je u Somboru 1982. god. Završio je srednju tehničku školu u Somboru. master rad, na Fakultetu tehničkih nauka, iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi, odbranio je 2013. god.

REALIZACIJA VIRTUALNE LABORATORIJE U LABVIEW PROGRAMU REALIZATION OF A VIRTUAL LABORATORY IN LABVIEW PROGRAM

Danka Antić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je realizacija virtualne laboratorije u LabVIEW programu pomoću CGI protokola. Cilj rada jeste poboljšanje kvaliteta i raznovrsnosti nastave korišćenjem virtualne instrumentacije i kreiranje didaktičke virtualne laboratorije za digitalnu obradu signala, gde će studenti imati priliku da se upoznaju sa signalima i metodama građenja sistema za obradu signala u LabVIEW programu. Takođe, objašnjene su osnove virtualne instrumentacije i građenja i primene virtualnih laboratorija u obrazovanju. Data je arhitektura sistema uz osnove CGI protokola, i celokupna vežba 1: Generator funkcija, koja za zadatak ima upoznavanje studenata sa definicijom pojma signala, vrstama signala, kao i problemima vezanim za digitalizaciju i generisanje signala.

Abstract – Realization of a virtual laboratory using LabVIEW and CGI protocol is presented in this paper. The goal of this paper is quality improvement and diversification in course teaching using virtual instrumentation and creating a didactic virtual laboratory for digital signal processing, where student will have an opportunity to learn about signals and methods for building systems for digital signal processing in LabVIEW. Basics of virtual instrumentation and building of virtual laboratories and their application in education are also explained. Architecture of the system is given, along with basics of CGI protocol, and complete exercise 1: Function Generator, which has a task of introducing students to the definition of signals, their various types, and problems concerning signal digitalisation and generation.

Ključne reči: didaktička učila, virtualne laboratorije, LabVIEW, digitalna obrada signala

1. UVOD

Tokom prošle tri decenije došlo je do znatnog porasta brojnosti i korišćenja instrumenata kojima se može u svakodnevnom radu upravljati putem računara, kao i putem najsavremenijih upravljačkih aplikacija. Aplikacije kojima se pristupa podacima i putem kojih se oni šalju preko Interneta mnogo obećavaju u ovom kontekstu. Razvojem mrežnih tehnologija, postalo je moguće povezati izolovane kancelarije i mašine kroz Internet. Kako Internet proširuje svoj doseg, ljudi sve više stvari žele da rade sa spravama priključenim na njega: nadgledanje kućnih sigurnosnih sistema, podešavanje sobne temperature na putu od kuće do posla, itd.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Josif Tomić, vanr. prof.

Internet takođe dozvoljava multidisciplinarna istraživanja i učestvovanje u zajedničkim eksperimentima naučnicima i institucijama širom sveta.

Još jedna primena je interaktivno učenje na univerzitetima. Postoji potreba za dopunjavanjem tradicionalnih predavanja demonstracijama i nezavisnim studentskim eksperimentima, što je omogućeno korišćenjem multimedijalnih alata baziranih na najsavremenijem hardveru i softveru, pomoću kojih se upravlja predavanjima i organizuju programi kurseva.

Rad u laboratorijama je od esencijalnog značaja za obuku inženjera, pogotovo iz oblasti električnih merenja. U laboratorijama veliki deo studenata prvi put dolazi u dodir sa fizičkim, praktičnim aspektima nauke kojoj su se posvetili, i imaju priliku da ih uporede i spoje sa teorijom koju su do tada učili. Međutim, problem nastaje kada se oprema u laboratorijama sastoji od uređaja koji su malobrojni, često zastareli, dok su oni savremeni isuviše dragoceni da bi se davali na korišćenje neiskusnim studentima, ili su sve vreme rezervisani za rad u okviru naučnih istraživanja.

S druge strane, u naučno-istraživačkom radu često postoji potreba za saradnjom između više različitih univerziteta, odnosno laboratorija.

Osnovni zadatak svake obrazovne ustanove je da svakom studentu pruži jednako obrazovanje, a to za studente kojima je potrebna laboratorijska praksa znači određeno vreme provedeno u obuci u radu sa uređajima koje će kasnije koristiti u radu, bilo u komercijalne, bilo u naučne svrhe [1, 3, 5].

Ono što se kao logično rešenje nameće u ovakvim situacijama gde postoji manjak resursa, odnosno potreba za uštedom i deljenjem istih, jeste korišćenje virtualnih instrumenata i kreiranje i razvoj virtualnih laboratorija.

2. VIRTUALNI INSTRUMENTI

Virtualni instrument (VI) sastoji se iz nekoliko delova – prvi je računar sa konfiguracijom koja odgovara tekućim industrijskim standardima, opremljen moćnim aplikativnim softverom koji predstavlja drugi deo, dok treći i četvrti deo predstavljaju hardver u vidu uređaja za akviziciju podataka, nadzor i upravljanje, sa drajverima koji tim uređajima upravljaju, slika 1. Svi delovi zajedno vrše funkcije tradicionalnih instrumenata, a po mnogo manjoj ceni.

VI predstavljaju osnovni korak ka pomeranju fokusa sa tradicionalnih sistema sa instrumentacijom baziranom na hardveru na sisteme bazirane na softveru, koji koriste procesorsku moć, razne načine obrade i prikaza podataka, i mogućnosti povezivanja široko korišćenih desktop računara.



Slika 1 Tradicionalni i virtualni instrument

Iako je tehnologija za izradu integriranih kola (a time i PC-a) doživela napredak izuzetnih razmera u prethodne dve decenije, softver je činilac koji u stvarnosti najviše doprinosi u građenju VI, u vidu višeg nivoa nadgradnje na moćnoj hardverskoj osnovi, na kome postoje veće mogućnosti za sprovođenje inovacija, i značajno smanjenje troškova. Upotreba VI inženjerima i naučnicima pruža mogućnost za građenje sistema za merenje, upravljanje i automatizaciju koji tačno odgovaraju njihovim potrebama (definisanim od strane korisnika), i prevazilazi ograničenja tradicionalnih instrumenata sa fiksiranim funkcijama (definisanim od strane proizvođača).

3. LABVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) je programski paket koji je nastao 1986. godine kao jedan od proizvoda američke kompanije *National Instruments* sa ciljem da se inženjerima olakša razvoj različitih aplikacija bez dubljeg programerskog znanja [2, 4]. *LabVIEW* je moćno grafičko okruženje za razvoj virtualnih instrumenata. U programiranju se koriste grafičke ikone umesto tekstualnog koda. Za razliku od tekstualnih programskih jezika, gde se izvršavanje programa određuje instrukcijama, u *LabVIEW* se za izvršavanje programa koristi protok podataka. Programi pisani, možda je pak bolje reći pravljeni (jer je tekstualni kod sveden na minimum) u *LabVIEW*, nazivaju se virtualnim instrumentima – VI. Razlog tome je što njihova pojava i operacije imitiraju fizičke instrumente, kao što su npr. osciloskopi i multimetri.

Ono što *LabVIEW* čini jednim od najboljih programskih paketa za inženjere jesu brojni kompleti alata (*toolkits*) koji pokrivaju potrebe za radom u raznim specijalizovanim područjima. Oni se kupuju dodatno, ali cenu opravdavaju brojne nove biblioteke gotovih virtualnih instrumenata i paleta sa funkcijama koji skraćuju vreme potrebno za projektovanje. Kompleti alata za adaptivne filtre, dizajn digitalnih filtera, merenja zvuka i vibracija, biomedicinu, naprednu analizu signala su samo neki od njih, a za temu kojom se bavi ovaj rad posebno je zanimljiv *Internet komplet alata* (*Internet Toolkit*), koji obezbeđuje osnovne mrežne funkcionalnosti bazirane na protokolima poput TCP/IP, UDP, FTP, CGI, itd. koja se može koristiti za daljinsku kontrolu instrumentacije. Tehnologije poput *DataSocket* su takođe dostupne za laku razmenu mernih podataka preko mreže. Razvoj inteligentnih čvorova za daljinsko merenje i sistemi za objavljivanje mernih podataka su pojednostavljeni. Postoji jedna dodatna korist od funkcija za objavljivanje mernih podataka: udaljeni korisnici nemaju potrebu za instaliranjem razvojnog okruženja. Umesto toga, moguće je kreirati mrežni interfejs za primanje mernih podataka od udaljene instrumentacije, sa korišćenjem standardnog Internet pregledača od strane korisnika.

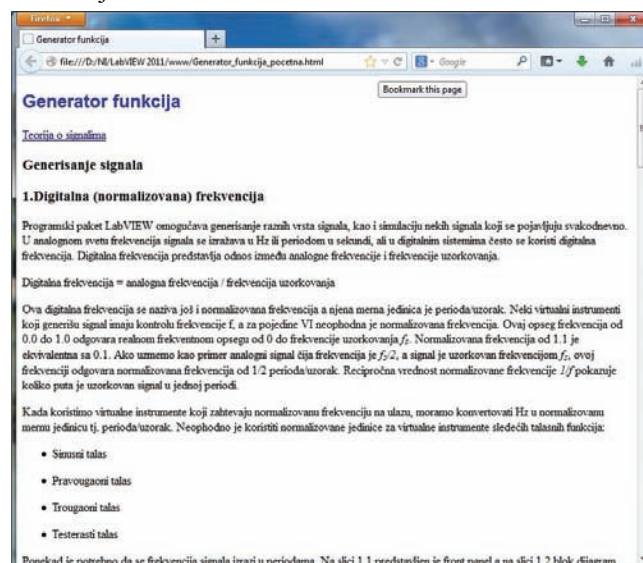
4. VL ZA DIGITALNU OBRADU SIGNALA

Arhitektura VL za digitalnu obradu signala je zasnovana na klijent/server modelu [1-3]. Student koji želi da radi vežbe u okviru VL je potrebno samo da koristi PC sa pristupom Internetu, na kome je instaliran neki od Internet pregledača (klijent). Ukucavanjem odgovarajuće adrese u adresnu liniju pregledača šalje se zahtev za početnom stranicom VL. Na mernom serverskom PC-u instaliran je *LabVIEW* 2011 uz mnoštvo kompleta alata, od kojih je za ovu primenu ključan Internet komplet alata, koji sadrži ugrađeni HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) server, *G Web Server*, koji čeka na HTTP zahteve od klijenata. On prima zahtev od studenta, i kao odgovor vraća HTML dokument koji čini početnu Internet stranicu VL. Izgled početne stranice VL prikazan je na slici 2.



Slika 2 Početna Internet stranica VL za digitalnu obradu signala

Na početnoj stranici VL dat je spisak vežbi, odnosno hiperveza ka Internet stranicama koje predstavljaju date vežbe. Klikom na hipervezu željene vežbe ponovo se šalje HTTP zahtev HTTP serveru, koji zatim kao odgovor vraća Internet stranicu vežbe. U ovom momentu postoji samo vežba 1: Generator funkcija, a izgled njene Internet stranice je dat na slici 3.



Slika 3 Internet stranica za vežbu 1: Generator funkcija

Na Internet stranici vežbe 1: Generator funkcija data je hiperveza ka PDF (*Portable Document Format*) dokumentu koji sadrži uvodnu teoriju o signalima dok je na samoj stranici teorija vezana za generisanje signala, kao i obrazac za prijavu pomoću koga se šalje zahtev za pokretanjem VL DOS CGI.vi, LabVIEW programa koji je zaslužan za upravljanje eksperimentima, odnosno vežbama u okviru didaktičke VL za digitalnu obradu signala. Prijavni obrazac predstavlja malu sigurnosnu meru, jer se pristupna šifra daje samo studentima, dok početne stranice može pregledati svako ko ima pristup Internetu.

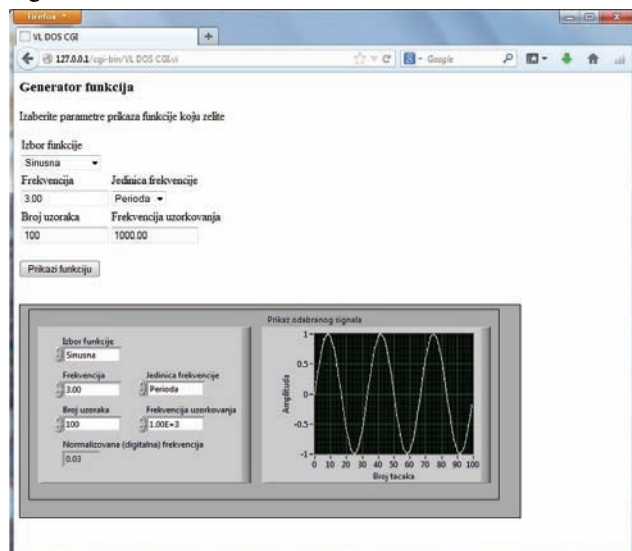
4.1 VL DOS CGI.vi

VL DOS CGI.vi je LabVIEW program koji vrši upravljanje eksperimentima didaktičke VL za digitalnu obradu signala, odnosno:

- pribavljanje HTTP zahteva od G Web Servera,
- izdvajanje ulaznih podataka za eksperimentalne VI iz HTTP zahteva,
- prosleđivanje ulaznih podataka eksperimentalnim VI-ma,
- prikupljanje izlaznih mernih podataka iz eksperimentalnih VI-a, i njihovo prosleđivanje nazad G Web Serveru, koji ih šalje klijentu, odnosno studentu.

Svaka od ovih funkcionalnosti omogućena je korišćenjem CGI sa kojim je moguće raditi u okviru LabVIEW programskog paketa.

Pozivanjem VL DOS CGI.vi se pokreće vežba 1: Generator funkcija, kojim se generiše Internet stranica na kojoj se nalazi obrazac sa kontrolnim objektima pomoću kojih se upravlja *Generatorom funkcija.vi*, i dobijaju slike generisanih signala, koje student može da razmatra na osnovu ranije proučene teorije. Na slici 4 prikazan je izgled ove Internet stranice.



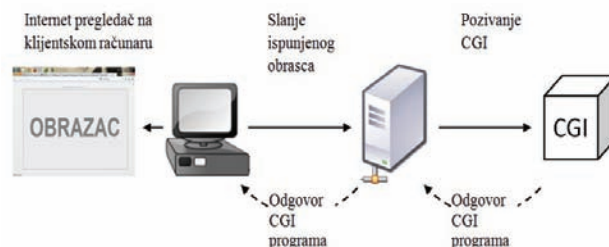
Slika 4 Izgled Internet stranice eksperimenta vežbe 1: Generator funkcija

4.2 CGI – Common Gateway Interface

CGI je interfejs koji dozvoljava HTTP serverima da pokreću druge programe na serverskoj mašini. On obezbeđuje mehanizam za prosleđivanje parametara tim programima i slanje njihovih izlaznih podataka (obično HTML stranice) Internet pregledaču. CGI je od koristi

svaki put kada se u odnosu na neki korisnički atribut ili ulazni podatak odlučuje koji će sadržaj HTTP server vratiti korisniku. Osnovna funkcija CGI prikazana je na slici 5.

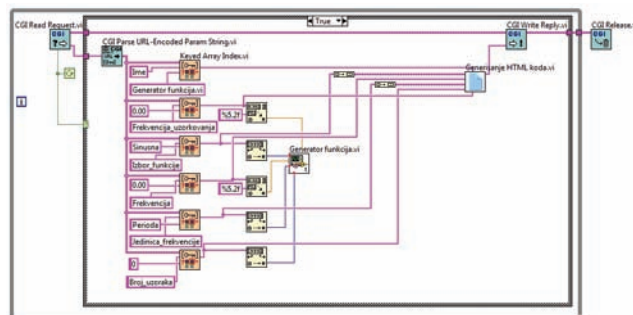
Uz pomoć CGI je moguće stvoriti aplikacije kojima se uz nadzor, može upravljati VI-ma ili čak samim LabVIEW-om kroz interfejs Internet pregledača. CGI je jedan od više različitih mogućih izbora za ovu namenu, uz Java i ActiveX tehnologije.



Slika Error! No text of specified style in document. Prikaz osnovne funkcije CGI

Uz LabVIEW programski paket, za kreiranje CGI aplikacija potrebno je imati i Internet komplet alata (Internet Toolkit), koji sadrži celokupnu zbirku gotovih CGI VI.

VL DOS CGI.vi ne izgleda kao klasičan VI, jer na prednjoj ploči nema ni jedan kontrolni terminal. Izgled njegovog blok dijagrama prikazan je na slici 6.



Slika 6 Blok dijagram VL DOS CGI.vi

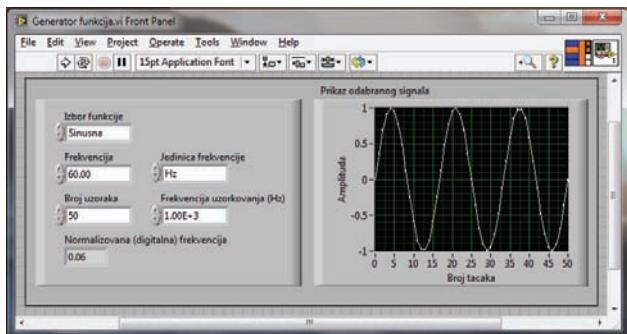
Kada pregledač zatraži URL koji pokazuje na VL DOS CGI.vi, G Web Server automatski pokreće VL DOS CGI.vi. Kada se pokrene VI, CGI Read Request.vi se ponavlja nekoliko puta dok ne primi pravilan i celokupan HTTP zahtev. Pravilan HTTP zahtev u ovom slučaju znači da je neko kliknuo na taster „Prikazi funkciju“ HTML obrasca, i poslao HTTP zahtev preko pregledača. Kada se primi pravilan zahtev, prosleđuje se *cgi-connection info* klaster, kao i *content string*. Content string sadrži sve parametre prosleđene HTML obrascem; što znači, odabranu funkciju (Sinusna, Pravougaona, Trougaona ili Testera), i jedinicu frekvencije (Perioda ili Hz) iz padajućih menija, i numeričkih polja (Frekvencija, Broj uzoraka i Frekvencija uzorkovanja) koje je korisnik popunio. Ove informacije obrađuje podVI *Generator funkcija.vi*, a onda se novi HTML podaci generišu pomoću drugog podVI *Generisanje HTML koda.vi*. Izlazni string na kraju CGI Write Reply.vi prosleđuje pregledaču. Kada se završi sa slanjem odgovora, CGI resursi se oslobađaju pozivom CGI Release.vi.

CGI Read Request.vi, prosleđuje string sa parametrima HTML obrasca CGI Parse URL-Encoded Param String.vi

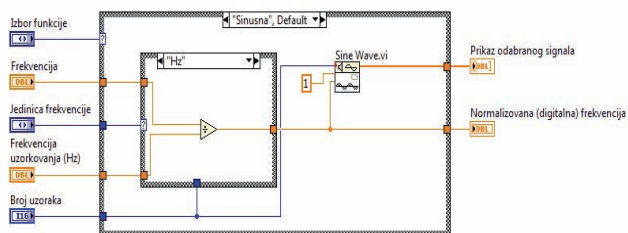
(CGI Rasparčavanje URL kodiranog stringa parametara), koji pretvara URL kodirani string parametara koji je poslao pregledač u asocijativni niz.

Na izlaz *URL-Encoded Param String.vi* povezano je šest *Keyed Array Index.vi* (Indeks Asocijativnog Niza), koji služe za izdvajanje vrednosti parametara iz asocijativnog niza i postavljanje njihovih osnovnih vrednosti. Ovo je potrebno jer program dinamički generiše HTML odgovor, i pri njegovom prvom pozivanju CGI ne dobija ni jedan parametar, pa se prosleđuju osnovne vrednosti. Zatim sledi pretvaranje stringova koji sadrže vrednosti parametara u brojeve koji se prosleđuju *Generatoru funkcija.vi*, koji se na osnovu ulaznih vrednosti izvršava i iscrtaava zadatu funkciju, i s druge strane, prosleđivanje stringova *Generisanju HTML koda.vi*, koji generiše HTML kod Internet stranice koja se vraća klijentu, u okviru kog smešta HTML obrazac i sliku prednje ploče *Generatora funkcija.vi* sa sada iscrtanom funkcijom, i izračunatom vrednošću normalizovane frekvencije.

Prednja ploča programa *Generator funkcija.vi* prikazana je na slici 7, i na njoj se nalaze iste kontrole koje se koriste u HTML obrascu: *Izbor funkcije*, *Frekvencija*, *Jedinica frekvencije*, *Broj uzoraka*, *Frekvencija uzorkovanja*, i dva indikatorska objekta: *Normalizovana frekvencija* i grafikon *Prikaz odabranog signala*. On se može koristiti i samostalno, a prikaz njegovog blok dijagrama dat je na slici 8.



Slika 7 Prednja ploča *Generatora funkcija.vi*



Slika 8 Blok dijagram *Generatora funkcija.vi*

Blok dijagram *Generatora funkcija.vi* je izuzetno jednostavan, i koristi gotove LabVIEW funkcije generisanje signala.

Generisanje HTML koda.vi obilno koristi VI za konstrukciju HTML koda. Ulazni stringovi se koriste za podešavanje elemenata HTML obrasca: dva padajuća menija za Izbor funkcije i Jedinicu frekvencije, tri okvira za tekst za Frekvenciju, Broj uzoraka i Frekvenciju uzorkovanja, i taster za slanje parametara obrasca *Prikazi funkciju*.

Svi zajedno smešteni su u tabelu radi lepšeg prikazivanja u Internet pregledaču. Dalje se uzima snimak prednje ploče *Generatora funkcija.vi*, i ugrađuje u HTML dokument neposredno ispod obrasca za unos podataka. Na ovaj način generisani HTML kod se upisuje u string, koji predstavlja izlaz podVI *Generisanja HTML koda.vi*. Ovaj string se prosleđuje CGI funkciji osnovnog programa *CGI Write Reply.vi* koja šalje string sa generisanim HTML kodom HTTP serveru, koji generiše HTTP odgovor, i šalje ga preko Interneta studentskom Internet pregledaču (klijentu).

5. ZAKLJUČAK

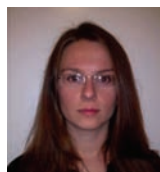
U ovom radu razmatrani su koncepti virtualnog instrumenta i virtualne laboratorije i njihove primene u nastavi. Prikazano je kako se korišćenjem CGI protokola u okviru Internet kompleta alata LabVIEW programskog paketa može ostvariti daljinsko upravljanje i nadzor virtualnog instrumenta korišćenjem PC-a i običnog Internet pregledača.

To znači da nema potrebe za kupovinom dodatnih LabVIEW licenci, što je omogućilo građenje didaktičke virtualne laboratorije za digitalnu obradu signala, kao dodatka redovnoj nastavi. Na osnovu priloženog, vidi se da je lako nadograditi sistem novim eksperimentima iz oblasti digitalne obrade signala, što i predstavlja plan za dalji razvoj VL.

6. LITERATURA

- [1] J. Tomić, M. Živanov, M. Kušljević, M. Slankamenac, „Realizacija virtualne laboratorije u LabVIEW programskom paketu“, IV Kongres metrologa, Kladovo, oktobar 2011
- [2] J. Tomić, M. Milovanović: Virtualna instrumentacija primenom LabVIEW programa, FTN-GRID, 2010. godina.
- [3] D. Grimaldi, S. Rapuano, „Hardware and software to design virtual laboratory for education in instrumentation and measurement“, Measurement, Vol. 42, No. 4, pp. 485-493, May 2009
- [4] M. Chugani, A. Samant, M. Cerna: LabVIEW Signal Processing, Prentice Hall, 1999.
- [5] Robert Bishop: Learning with LabVIEW 8, Prentice Hall, USA, 2007.

Kratka biografija:



Danka Antić rođena je u Beogradu 1986. god. Osnovne akademske – bečelor studije završila je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – na smeru Instrumentacija i merenja 2013. godine.

REALIZACIJA OPTEREĆENJA MAŠINE JEDNOSMERNE STRUJE NAPAJANE IZ ČETVOROKVADRANTNOG PRETVARAČA DCS800

MOTOR LOAD TEST OF THE DC MACHINE DRIVEN BY FOUR QUADRANT CONVERTER DCS800

Petar Orlić, Dejan Reljić, Veran Vasić, Đura Oros, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj: U ovom radu realizovani su ogledi opterećivanja mašine jednosmerne struje asinhronom mašinom. Mašina jednosmerne struje se napaja iz četvorokvadrantnog pretvarača DCS800 a njeno opterećenje je realizovano asinhronom mašinom koja se napaja iz frekventnog pretvarača. Za potrebe rada je realizovan setap. U radu je navedena i objašnjena konfiguracija korišćene opreme. Opterećivanje mašine jednosmerne struje je vršeno pri različitim brzinama, pri čemu su dati dijagrami momenta mašine i brzine obrtanja. Ti dijagrami su snimani uz pomoć softvera DriveWindow.

Abstract: In this paper loading tests were realized of machines DC by asynchronous machine. DC machine is driven by four-quadrant thyristor converter DCS800 while its load is realized by asynchronous machine which is driven by industrial frequency converter. For this work has been realized setup. In this paper is listed and explained configuration of the equipment. DC load machine was performed at different speeds, where they were shot diagrams of speed and torque of the machine. Those diagrams are shot with DriveWindows software.

Ključne reči: frekventni pretvarač, mašina jednosmerne struje, asinhrona mašina, režimi rada, DCS800, četvorokvadrantni pogon, brzinski režim rada, momentni režim rada

1. Uvod

U ovom radu je realizovano opterećenje jedne rotacione električne mašine drugom - mašine jednosmerne struje asinhronom mašinom. Rad objedinjuje znanje iz više oblasti koje su usko povezane sa poljem električnih mašina. Adekvatnim zadavanjem referentnih veličina moguće je ostvariti različite tipove opterećenja (potencijalno liftovi, dizalice, ventilatorsko i kalandersko). Ovakav vid ispitivanja je posebno koristan i primenljiv u laboratorijskim uslovima jer vrlo dobro predstavlja stvarni pogon. Rad je usko povezan sa tematikom koja se konstantno razvija i usavršava. U radu je korišćena kaskadna regulacija struje i brzine, koja je karakteristična za regulisane elektromotorne pogone sa mašinama jednosmerne struje, u kojoj je jedna petlja nadređena drugoj petlji.

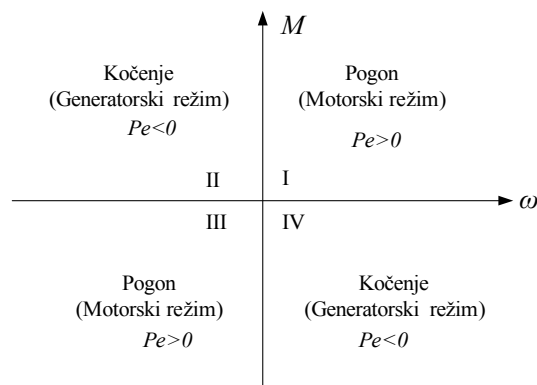
NAPOMENA:

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

Time je omogućeno jednostavnije projektovanje i kasnije puštanje u rad i podešavanje parametara regulacionog sistema, idući od najnižeg ka višim nivoima. Radni režimi mašina su diskutovani preko ravni moment-brzina, kao i ravni napon-struja.

2. REŽIMI RADA ČETVOROKVADRANTNIH POGONA

Električni pogoni mogu biti predviđeni za rad u jednom ili u oba smera brzine, sa mogućnošću električnog kočenja, odnosno generatorskog rada ili bez te mogućnosti. Drugim rečima rad pogona, prikazan grafički u ravni momenat-brzina, može obuhvatiti sva četiri kvadranta ove ravni ili samo neke od njih. Pošto proizvod momenta i brzine predstavlja snagu, u svakom kvadrantu ove ravni je definisan smer snage. U ravni $m_e-\omega$ neparnim kvadrantima (I i III) odgovara pozitivna snaga, tj. pretvaranje električne snage u mehaničku snagu (motorski režim), a parnim kvadrantima (II i IV) negativna snaga, tj. pretvaranje mehaničke u električnu snagu (kočenje, odnosno generatorski režim električnog motora), slika 1.



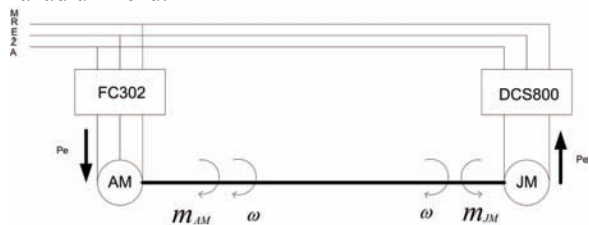
Slika 1: Kvadranti ravni moment-brzina

Elektromotorni pogon na kome su eksperimenti izvršeni se sastoji iz dve rotacione električne mašine i to asinhrona mašine proizvođača SEVER Subotica i mašine jednosmerne struje, proizvođača SIEMENS, slika 2. Postoje i dva pretvarača, i to dvokvadrantni FC302, proizvođača DANFOSS i četvorokvadrantni DCS800, proizvođača ABB. Oba pretvarača na vrlo jednostavan način ostvaruju brzinski i momentni režim rada. To se radi adekvatnim podešavanjem parametara pretvarača.

Mašina jednosmerne struje radi u brzinskom režimu rada tj. regulisana je po brzini dok je asinhrona u momentnom režimu rada tj. upravljana je po momentu. Za realizaciju

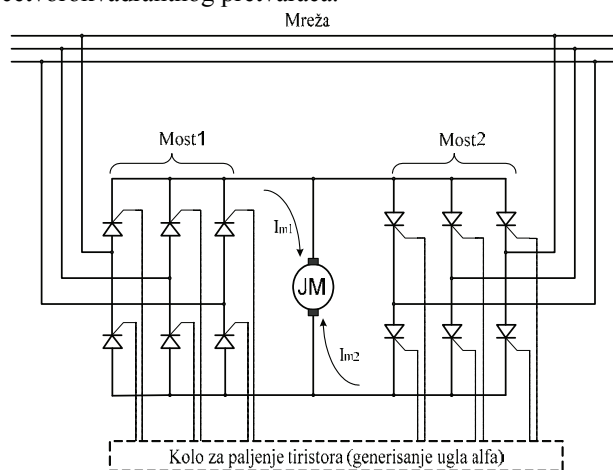
opterećenja prvo se uključuje brzinski upravljana mašina jednosmerne struje, zadavajući pozitivnu referencu brzine, što je ujedno i pozitivan smer brzine asinhronne mašine. Zatim se uključuje asinhronna mašina, zadajući pozitivnu referencu momenta.

Na osnovu definicije, asinhronna mašina se nalazi u motorskom režimu rada. Da bi održala zadatu brzinu, mašina jednosmerne struje počinje da proizvodi suprotan momenat konverzije i samim tim prelazi u generatorski režim rada. Energija iz mašine jednosmerne struje se preko četvorokvadrantnog pretvarača DCS800 vraća nazad u mrežu.



Slika 2: Rad pogona u trećem kvadrantu

Pretvarač DCS800, proizvođača ABB, upravo zbog svoje sposobnosti da vrati energiju u mrežu je vrlo pogodan za primenu u ovakvim pogonima, jer energija može da se vrati u mrežu umesto da se troši na otporniku za kočenje. Na slici 3 prikazana je struktura jednog ovakvog četvorokvadrantnog pretvarača.



Slika 3: Uprošćena šema bidirekcionog mosta DCS800 pretvarača

3. REZULTATI SNIMLJENIH OGLEDA

U ovom radu prikazani su rezultati oglada opterećenja mašine jednosmerne struje za dve vrednosti parametara regulatora struje armature i regulatora brzine. Ogledi su realizovani pri različitim brzinama i to 250 o/min, 500 o/min, 1000 o/min i 2000 o/min.

Pri tome, snimane su dve veličine, moment koji razvija mašina jednosmerne struje i brzina obrtanja mašine. Dijagrami su snimani uz pomoć DriveWindow-a.

3.1. Određivanje parametara regulatora softverskim putem

U ovom slučaju parametre regulatora određuje softver. Softver koji je korišćen u ovom radu je DriveWindow. Taj softver omogućava određivanje parametara na dva

načina i to ručnim podešavanjem parametara i podešavanjem parametara pomoću autotuning-a.

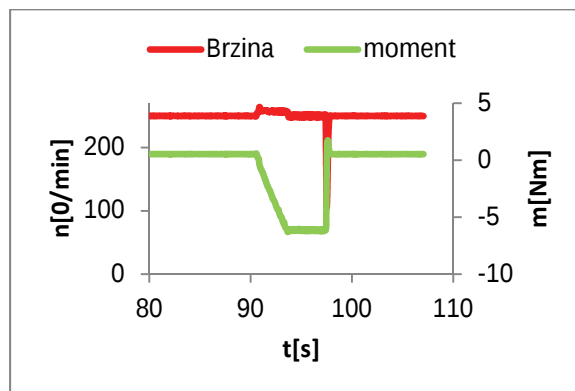
U prvom slučaju parametri se određuju tako što se vrednost za T_i postavi na najveću moguću, pri čemu se menja K_p dok se ne dobije preskok.

Tada se vrednost K_p smanjuje za 30%, pa se pristupa podešavanju vremenske konstante integracije. Podešavanje se zaustavlja kada imamo željeni aperiodični odziv, ili eventualno prigušeno oscilatoran odziv sa blagim preskokom.

U drugom slučaju parametri se određuju autotuning-om. Autotuning možemo definisati kao samostalno podešavanje parametara regulatora pomoću softvera ugrađenog u sam regulator.

Autotuning je metod gde je regulator podešen automatski na zahtev korisnika, uobičajeno pritiskom na dugme ili slanjem komande kontroleru.

Vrednosti parametara regulatora struje i regulatora brzine u tom slučaju su : $K_p=0,11$ i $T_i=8$ ms, odnosno $K_p=10,4$ i $T_i=100$ ms. Odziv sistema dat je na slici 4.



Slika 4: Dijagrami brzine i momenta pri opterećenju na brzini od 250 o/min

3.2. Određivanje parametara regulatora modulnim i simetričnim optimumom

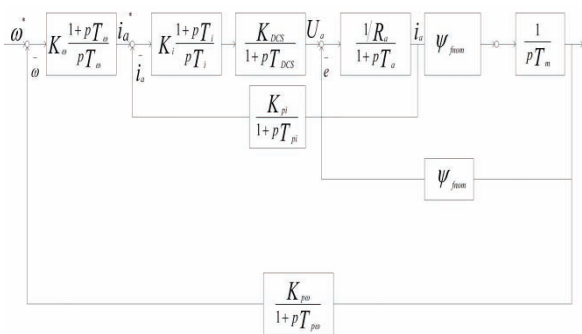
U slučaju određivanja parametara regulatora modulnim i simetričnim optimumom uvedene su određene idealizacije jer je pri određivanju parametara analitičkim metodama potrebno poznavati prenosne funkcije svih blokova. S obzirom na činjenicu da je u pitanju pogon sa mašinom jednosmerne struje, primenjena je kaskadna regulacija. Time je omogućeno da se parametri regulatora određuju postepeno.

Prvo se određuju parametri regulatora struje armature jer je strujna petlja podređena brzinskoj petlji. Nakon toga se određuju parametri regulatora brzine.

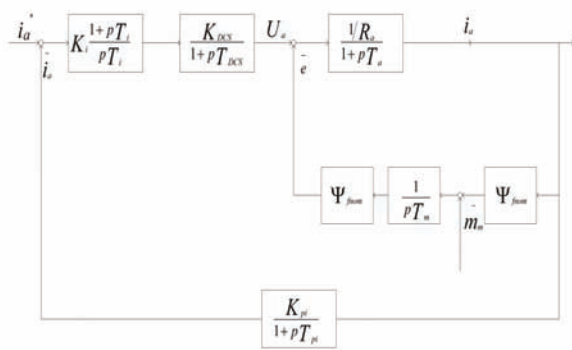
Regulaciona struktura sa PI regulatorima struje i brzine prikazana je na slici 5.

Parametri regulatora struje se određuju modulnim optimumom, pri čemu se mehanički deo sistema ne razmatra. Regulaciona struktura u tom slučaju izgleda kao na slici 6.

Za proračun parametara regulatora izvršena je normalizacija svih veličina, pri čemu su odabrane bazne veličine.

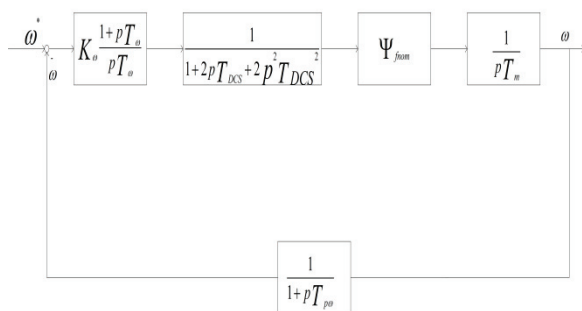


Slika 5: Blok dijagram regulisanog pogona sa PI regulatorima struje armature i brzine



Slika 6: Deo blok dijagrama pogona koji je zahvaćen povratnom spregom po struji

Za određivanje parametara regulatora brzine polazi se od sledeće regulacione strukture prikazane na slici 7.



Slika 7: Ekvivalentni blok dijagram regulacione petlje po brzini

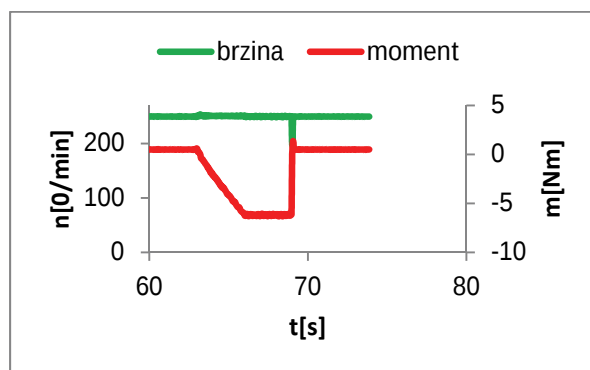
Parametri koji su dobijeni pri određivanju modulnim i simetričnim optimumom su sledeći: $K_p=0,183$ i $T_i=7,61$ ms za regulator struje i $K_p=27,8$ i $T_i=37,68$ ms za regulator brzine. Vrednosti za parametre regulatora elektromotorne sile i regulatora pobudne struje su iste u oba slučaja. One iznose: $K_p=0,5$ i $T_i=50$ ms odnosno $K_p=1,2$ i $T_i=66$ ms. Regulator elektromotorne sile je blokiran, odnosno nema funkciju iz razloga što su sve brzine manje od nominalne brzine, odnosno nalazimo se u opsegu slabljenja polja.

Vrlo je bitno da regulaciona struktura pogona funkcioniše pouzdano pri malim brzinama obrtanja, jer se ona često zahteva u pogonima kao što su liftovi, dizalice i transporter. Iz tog razloga se prvi ogled vrši pri maloj brzini.

Ogled koji je izvršen na brzini od 250 o/min pri parametrima koji su određeni analitičkim metodama je prikazan na slici 8. Moment opterećenja mašine jednosmerne struje je imao različite vrednosti i to 1,5 Nm, 3 Nm, 4,5 Nm, 6 Nm i kao poslednja vrednost 7,42 Nm što predstavlja nominalni moment asinhronne mašine.

Na slici 8 je prikazan slučaj kada je mašina jednosmerne struje opterećena nominalnim momentom asinhronne mašine.

Prikazano je na istoj slici i rasterećenje mašine jednosmerne struje.



Slika 8: Dijagrami brzine i momenta pri opterećenju na brzini od 250 0/min

Sa ove dve slike se vidi da su parametri određeni analitičkim metodama bolji, jer je odziv brzine kvalitetniji. Brzina manje osciluje oko referentne vrednosti. Pikovi momenta su veći u drugom slučaju jer je manja vremenska konstanta integralnog dejstva, odnosno manje je vreme koje se zahteva za dostizanje referentne brzine.

Isti zaključci važe i za oglede koji su vršeni pri višim brzinama. Opseg slabljenja polja nije obuhvaćen. Moment koji je meren uz pomoć softvera je izražen u procentima nominalnog momenta mašine jednosmerne struje. Nominalni moment mašine jednosmerne struje iznosi 9,97 Nm. Vrednosti momenta su negativne što je karakteristično za generatorski režim rada.

4. ZAKLJUČAK

U radu je obrađena jedna vrlo aktuelna tema iz oblasti elektromotornih pogona. Oblasti koje se ovde obrađuju se konstantno razvijaju donoseći nove i naprednije tehnike regulacije i upravljanja.

U tom pogledu, ovaj rad neće doneti ništa novo, već će osnovne stvari iz upravljanja i regulacije da pojasni i realizuje režime koji su dostupni. Ovaj rad može da posluži kao teorijsko-praktična vežba za studente koji žele da se bolje upoznaju sa ovom tematikom. Oblasti su daleko opširnije obrađene u samom radu.

5. LITERATURA

[1] V. Vučković: Električni pogoni–II izdanje, Akademska misao, Beograd, 2002.

[2] Hardware Manual DCS800, ABB, 2008

[3] Borislav Jeftenić, Veran Vasić, Đura Oros: Regulisani elektromotorni pogoni, Rešeni problemi sa elementima teorije, Beograd, 2004.

Dejan Reljić rođen je u Prijepolju 1977. Magistarsku tezu je odbranio 2006. god, čime je stekao akademski naziv *magistra tehničkih nauka iz oblasti elektrotehnike i računarstva*.

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

Kratka biografija:

Petar Orlić je rođen u Somboru 1989.god. Elektrotehnički fakultet u Novom Sadu upisao je 2008 god, Diplomski – master rad odbranio je 2013 god. iz oblasti Elektrotehnike i računarstva na polju– Energetska elektronika u pogonu i u industriji.

ELEKTROKARDIOGRAF SA BLUETOOTH 4.0 INTERFEJSOM

ELECTROCARDIOGRAPH WITH BLUETOOTH 4.0 INTERFACE

Mladen Nikolić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Sadržaj: - U ovom radu opisan je uređaj koji se bazira na Bluetooth nisko-energetskoj tehnologiji. Reč je o uređaju koji je na neki način prototip „modernog” elektrokardiografa koji može da uspostavi Bluetooth komunikaciju sa pametnim telefonom (iPhone) i da se preko aplikacije instalirane na telefonu prate otkucaji srca i njihov grafički prikaz.

Abstract – In this thesis, device based on Bluetooth low energy technology is described. This device is kind of prototype of „modern” Electrocardiograph. It can establish Bluetooth communication with smart phone (iPhone) and through the application installed on phone, follow heart rate and their graphical representation.

Ključne reči: Bluetooth, Nisko-energetska tehnologija, Elektrokardiograf, Pametan telefon, Aplikacija.

1. UVOD

Elektrokardiografija predstavlja snimanje procesa depolarizacije i repolarizacije miokarda. Uređaj koji detektuje, snima ili crta ovu aktivnost u toku vremena naziva se elektrokardiograf. U današnje vreme teži se da se elektronski sklopovi što više minimizuju i naj način postanu što praktičniji. Takođe se teži da se postojeći uređaji opreme novim tehnologijama čime bi se poboljšale njihove karakteristike. U ovom radu stavljen je akcenat na jedan takav uređaj, elektrokardiograf sa Bluetooth 4.0 interfejsom.

2. BLUTUT TEHNOLOGIJA

Bluetooth je standard za bežični prenos podataka i govora, kratkog dometa, namenjen za malu potrošnju i jeftine bežične komunikacije koje se baziraju na radio tehnologiji. Neposredna komunikacija uključuje međusobno otkrivanje, prepoznavanje i dogovaranje komunikacionih parametara a zatim i komunikaciju u realnom vremenu. Bluetooth tehnologija se uglavnom koristi u sledeće namene:

- Zamena za tradicionalne žičane komunikacije (medicinska oprema, skeneri itd.)
- Bežična veza između personalnih računara, bežična komunikacija sa ulaznim i izlaznim uređajima PC-a kao što su PC - miš, tastatura, štampač.
- Bežična komunikacija između mobilnih uređaja i slušalica

Osnovna prednost Bluetooth tehnologije jeste niska cena, interoperabilnost i ekonomičnost u potrošnji energije.

2.1. Verzije Bluetooth protokola

- Verzija 1.0 - Prva verzija protokola je bila **Bluetooth 1.0**, koja je ubrzo proširena određenim dopunama pa je prethodna verzija promenila ime u **Bluetooth 1.0B**. Međutim prilikom korišćenja specifikacija javljali su se problemi u komunikaciji između uređaja različitih proizvođača. Takođe, specifikacije su uključivale prenos BD-ADDR (**Bluetooth Hardware Device Address**) adresa čime nije bilo moguće osigurati anonimnost.
- Verzija 1.1 - Ova verzija Bluetooth tehnologije prva je dobila oznaku IEEE (**Institute of Electrical and Electronics Engineers**) standarda 802.15.1. Dodata je podrška za zaštitu Bluetooth kanala i merenje RSSI (**Received Signal Strength Indicator**) vrednosti, odnosno snage u prijemnom radio kanalu.
- Verzija 1.2 - Omogućeno je brže povezivanje i otkrivanje. Primenjena je tehnika frekvenciskog skakanja za rad u proširenom spektru, čime je postignuta otpornost na smetnje pri radu u istom frekvenciskom opsegu. Brzina prenosa je povećana na 721 Kb/s. Poboljšan je kvalitet u prenosu govora tako što je uvedena retransmisija loših paketa.
- Verzija 2.0 +EDR - Ova verzija je objavljena 2004. godine i unazad je kompatibilna sa prethodnom verzijom. Glavna karakteristika je uvođenje opcione funkcije EDR (**Enhanced Data Rate**) za brži prenos podataka. Nominalna brzina za EDR je oko 3 Mb/s a u praksi se postiže 2,1 Mb/s. EDR omogućava manju potrošnju energije kroz redukovani radni ciklus.
- Verzija 2.1 +EDR - Verzija iz 2007. godine sadrži bezbedno uparivanje uređaja ili SSP (**Secure Simple Pairing**). Pre ove verzije bilo je lako presresti procedure povezivanja Bluetooth uređaja i umetnuti se u komunikaciju.
- Verzija 3.0+HS - Odobrena je 2009. godine. Podržava teoretsku brzinu prenosa do 24 Mb/s, ali ne preko Bluetooth veze. Bluetooth veza se u ovom slučaju koristi za pregovaranje i uspostavljanje veze, a prenos podataka se vrši većom brzinom primenom standarda 802.11. Ovo znači da se povezivanje sa malom potrošnjom energije primenjuje kada je sistem neaktivan, a za slanje veće količine podataka primenjuje se novi model.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Miloš Živanov, red. prof.

- Verzija 4.0 - Ova verzija je trenutno poslednja verzija izdata od SIG (*Special Interest Group*) udruženja. U međuvremenu Bluetooth SIG završio je Bluetooth dodatke verzije 4.0, koja uključuje tri elementa: klasične Bluetooth tehnologije, nisko-energetske tehnologije i tehnologije visoke brzine prenosa. Bluetooth visoke brzine temelji se na Wi-Fi. Bluetooth niske energije (Low Energy) i klasični Bluetooth temelje se na prethodnom Bluetooth protokolu. Ova verzija je usvojena 30. juna 2010.

2.2. Bluetooth niske energije

Bluetooth bežična tehnologija niske energije je 2,4 GHz RF tehnologija dizajnirana da omogući bežičnu vezu uređaja koje koristimo kao što su senzori, PC miševi, sportski satovi itd. Uglavnom se teži da se za napajanje koriste baterije koje će trajati po nekoliko godina i na taj način biti izuzetno praktične. Ovakav način povezivanja između uređaja preko Bluetooth tehnologije niske energije sve se u većoj meri primenjuje i procenjuje se da će u budućnosti imati široku upotrebu. Na **slici 1** predstavljen je primer uređaja koji su povezani na principu Bluetooth nisko-energetske tehnologije.



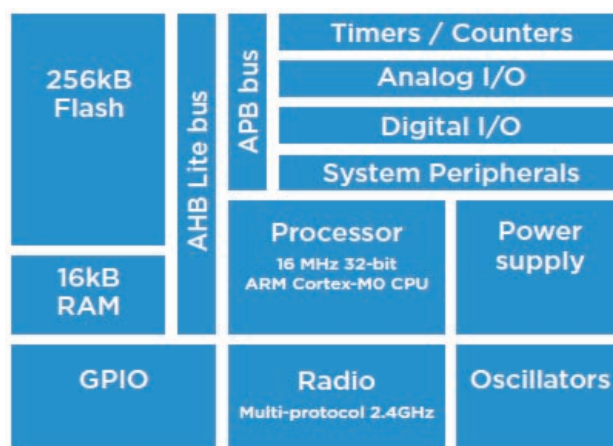
Slika 1. Primena Bluetooth nisko-energetske tehnologije

Bluetooth nisko-energetska tehnologija koristi dve vrste predajnika. Prvi je Bluetooth nisko energetski čip a drugi Bluetooth 4.0 čip. Bluetooth nisko energetski čip je potpuno nov u Bluetooth specifikaciji i deo je tehnologije optimizovane za ULP (*Ultra-Low-Power*) tehnologiju. Bluetooth nisko-energetski čip može da komunicira sa ostalim nisko-energetskim čipovima ali i sa Bluetooth 4.0 čipom kada on koristi deo svoje arhitekture koja je dizajnirana za nisko-energetsku komunikaciju. Takođe čip 4.0 može da komunicira na principu klasične Bluetooth tehnologije koristeći svoju konvencionalnu arhitekturu. Bluetooth nisko-energetski čipovi već se koriste u aplikacijama personalne namene kao što su aplikacije preko kojih možemo da pratimo sopstvene otkucaje srca, krvni pritisak, status baterije i mnoge druge indikacije. Bluetooth 4.0 čipovi će se koristiti u svim oblastima u kojima se danas koristi klasična Bluetooth tehnologija. Posledica toga jeste da će svi uređaji počev od mobilnih telefona, računara, navigacionih uređaja koji koriste ovaj čip biti u mogućnosti da komuniciraju sa uređajima koji već postoje na tržištu ali i sa svim budućim nisko-energetskim

uređajima. Nisko-energetska Bluetooth tehnologija je dizajnirana za aplikacije gde klasična Bluetooth tehnologija nije održiva zbog velikih ograničenja snage. Sve ove aplikacije imaju jednu zajedničku stvar a to je da se baziraju na senzorima koji se napajaju preko baterije u obliku novčića i da šalju kratke pakete odnosno male količine podataka. Zbog niske cene održavanja nisko-energetska tehnologija odnosno nisko-energetski senzori će podstaći primenu na javnim mestima kao što su recimo aerodromi. Tada bi mogli preko mobilnih telefona koji sadrže 4.0 čip da pratite raspored letova, kapije ili čak i specijalne ponude iz obližnjih prodavnica. Takođe se predpostavlja da će ova tehnologija biti još u većoj meri prihvaćena od strane sport i fitnes sektora. Postoje određene aplikacije pomoću kojih može da se prati broj otkucaja srca u minuti ili krvni pritisak i to sve može da se radi kod kuće pri čemu postoji mogućnost snimanja zabeleženih rezultata i slanja istih svome lekaru. Znači sve je ovo moguće da se uradi a da osoba uopšte ne ide u bolnicu.

3. nRF51822 SISTEM NA ČIPU (SYSTEM ON CHIP)

nRF51822 je veoma moćan multiprotokolni sistem na čipu za ULP aplikacije. Sadrži najbolji u klasi radio primopredajnik, ARM Cortex M0 procesor, 256 kB fleš + 16 kB RAM memorije. nRF51822 podržava Bluetooth nisko-energetsku tehnologiju i 2,4 GHz protokol stek. Na **slici 2** prikazana je organizacija nRF51822 čipa.

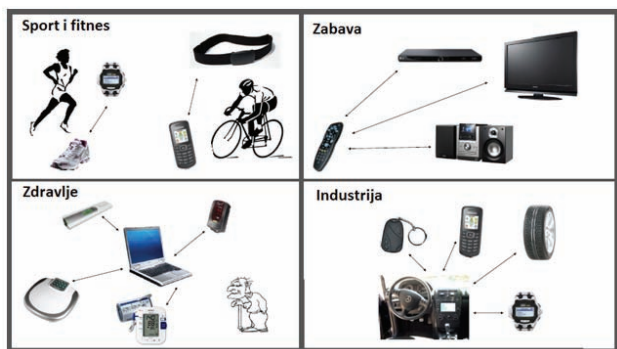


Slika 2. Organizacija nRF51822 čipa

nRF51822 čip može da se koristi za razvoj aplikacija kao što su:

- Aplikacije vezane za blizinu i sigurnost
- Aplikacije za sport i fitnes
- Aplikacije vezane za praćenje zdravstvenog stanja
- Industrijska kontrola i akvizicija podataka
- Pametni kućni aparati
- Bluetooth pametne aplikacije

Na **slici 3** prikazani su neki primeri upotrebe Blutut nisko-energetske tehnologije bazirane na nRF51822 čipu.



Slika 3. Primeri upotrebe Blutut nisko-energetske tehnologije bazirane na nRF51822 čipu

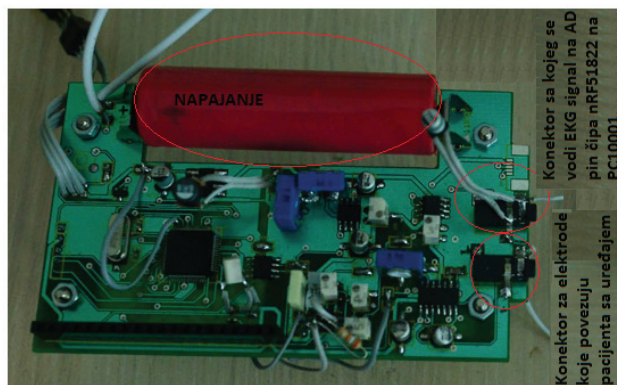
4. REALIZACIJA UREĐAJA

Prototip uređaja koji je realizovan zasniva se na Blutut nisko-energetskoj tehnologiji i ovakvi tipovi uređaja već su u upotrebi ali ne u tolikoj meri, ali smatra se da će u budućnosti doći do ekspanzije ove tehnologije i uređaja koji se baziraju na njoj.

4.1. Hardverski delovi uređaja

- Elektrokardiograf (EKG uređaj)
- nRF51822 Evaluation Kit (PCA10001 „pločica”)
- iPhone („Pametan” telefon)

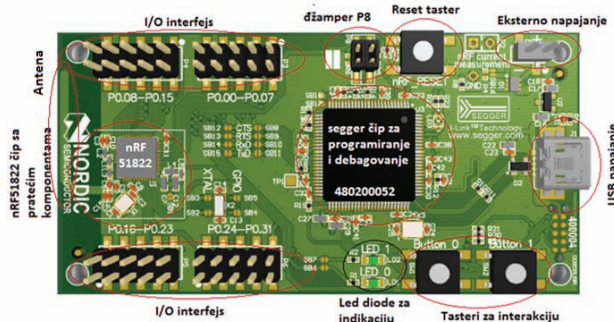
Na **slici 4** prikazan je elektrokardiograf sa kojim su mereni srčani impulsi.



Slika 4. Elektrokardiograf

Drugi hardverski deo je nRF51822 Evaluation Kit koji sadrži nRF51822 čip. Na **slici 5** prikazan je nRF51822 Evaluation Kit.

nRF51822 Blutut nisko-energetski /2,4 GHz Evaluation Kit obezbeđuje kompletnu platformu za testiranje i razvoj svih uređaja i aplikacija koje se baziraju na nRF51822 čipu.



Slika 5. nRF51822 Evaluation Kit

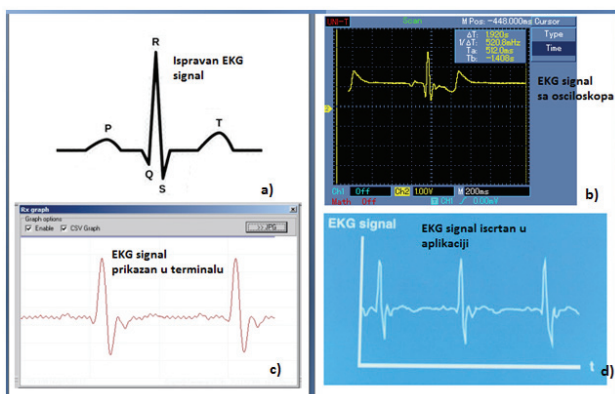
U izradi elektrokardiografa sa Bluetooth 4.0 interfejsom korišćena je ova „platforma” kao spona između elektrokardiografa i pametnog telefona. Izlaz EKG uređaja se dovodi na odgovarajući AD pin nRF51822 čipa koji je integrisan na PCA10001. Implementiranjem odgovarajućeg koda na nRF51822 čip i pritiskom tastera za interakciju započinje proces pretraživanja raspoloživih uređaja spremnih za Blutut konekciju. Da bi se uspostavila konekcija između PCA10001 i pametnog telefona, potrebno je u aplikaciji koja je napravljena za merenje otkucaja srca i grafički prikaz EKG signala, pritisnuti dugme za konekciju.

Treći hardverski deo koji je sastavni deo realizovanog uređaja je telefon. Pametan telefon pruža vizuelni prikaz EKG signala i broj otkucaja srca u minuti. Na **slici 6** prikazan je pametan telefon sa aplikacijom u kojoj se nakon uspostavljanja Blutut konekcije iscrta EKG signal.

Takođe na **slici 7** mogu se videti upoređeni EKG signali zabeleženi na osciloskopu, terminalu i EKG signal koji se iscrta na telefonu. Svi oni su upoređeni sa pravilnim EKG signalom.

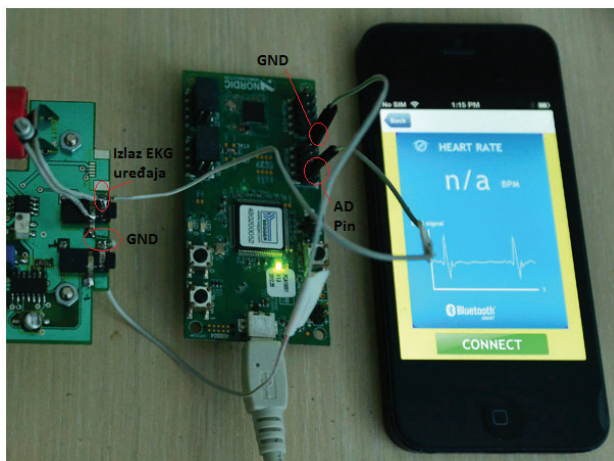


Slika 6. Pametan telefon sa aplikacijom u kojoj se iscrta EKG signal



Slika 7. EKG signali- a) Ispravan EKG signal, b) Signal sa osciloskopa, c) Signal zabeležen u terminalu, d) EKG signal iscrtan u aplikaciji na telefonu

Na slici 8 prikazan je izgled elektrokardiografa sa Bluetooth 4.0 interfejsom.



Slika 8. Elektrokardiograf sa Bluetooth 4.0 interfejsom.

5. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad dat je opis realizacije uređaja koji je zapravo prototip savremenog elektrokardiografa. Opisani su počeci i verzije Bluetooth protokola, primena nisko-energetske tehnologije i date su neke ideje gde bi se Bluetooth tehnologija u budućnosti sve mogla koristiti. Izrada projekta je podstaknuta idejom da se pokuša nadograditi EKG uređaj koji će omogućiti lakše korišćene svim osobama kojima je ovaj uređaj potreban.

Cilj je bio da se realizuje elektrokardiograf koji će korišćenjem Bluetooth nisko-energetske tehnologije omogućiti korisnicima da svoje otkucaje srca i oblik EKG signala prate na svom telefonu bez potrebe da idu kod lekara.

6. LITERATURA

- [1] nRF51 Series Reference Manual pdf
<https://www.nordicsemi.com/eng/Products/Bluetooth-R-low-energy/nRF51822>
- [2] nRF51822 Development Kit-User Guide pdf
<https://www.nordicsemi.com/eng/Products/Bluetooth-R-low-energy/nRF51822-Development-Kit>
- [3] nRFgo Starter Kit User Guide pdf
<https://www.nordicsemi.com/eng/Products/2.4GHz-RF/nRFgo-Starter-Kit>
- [4] nRF51822 Product Brief pdf
<https://www.nordicsemi.com/eng/nordic/Products/nRF51822/nRF51822-PB/20351>
- [5] nRF51822 Product Specification pdf
<https://www.nordicsemi.com/eng/nordic/Products/nRF51822/nRF51822-PS/20339>

Kratka biografija:



Mladen Nikolić rođen je u Tuzli 1987. godine. Osnovne akademske studije je završio na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mikroračunarska elektronika na usmerenju za Primenjenu elektroniku 2012. godine.

Zahvalnost: Autor izražava posebnu zahvalnost kolegama iz firme **AM Soft** gde je ovaj rad i realizovan.

APLIKACIJA ZA PRIKUPLJANJE LOGOVA SA UDALJENIH KONTROLNIH SISTEMA I SPREGU SA TOTALOBSERVER-OM**APPLICATION FOR LOG RETRIEVAL FROM OFF SITE CONTROL SYSTEMS AND LINKAGE WITH TOTALOBSERVER**

Nenad Milanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Zadatak ovog master rada jeste izrada softverskog rešenja koje će rešiti problem distribuirane komunikacije dve JAVA aplikacije, pri čemu je osnovna uloga prve aplikacije prikupljanje informacija o alarmima koje generiše sistem upravljan od strane TAC Vista servera, dok je osnovna uloga druge aplikacije, skladištenje tih informacija u MySQL bazu podataka. Drugi deo rada se odnosi na konceptualno rešenje sprege TAC Vista server-a sa TotalObserver-om. Tu je stavljan naglasak na akcije koje može preduzeti TotalObserver, kao reakcije na događaje u HVAC sistemu. .

Abstract – The aim of this diploma - master paper is the development of software solutions that will solve the problem of distributed communication between two Java applications. The main role of the first application is to collect information about alarms generated by the system driven by the TAC Vista Server. The primary role of other application is storage of this information in MySQL database. The second part concerns the conceptual solution interfaces TAC Vista Server with TotalObserver included. It was emphasized to the actions that can be taken by TotalObserver, as a reaction to the events in the HVAC system.

Ključne reči: JAVA, TAC Vista, MySQL, HVAC sistemi

1. UVOD

U BMS sistemima važno je da softver bude pouzdan, a rukovanje alarmima ima posebnu važnost zbog posledica koje može imati neispravna ili neblagovremena reakcija na njih. Ukoliko se desi alarm, javlja se potreba trajnog skladištenja te informacije, i može biti potrebno da to bude u bazi podataka na distribuiranom računaru [1].

Kao pouzdano rešenje prenošenja alarma, nameće se asinhrona komunikacija zasnovana na razmeni poruka, kao slabo spregnuta vrsta distribuirane komunikacije. U tu svrhu u ovom radu korišćen je ActiveMQ. Sve informacije koje se prenose ovim serverom se skladište u MySQL bazu podataka.

HVAC sistemi imaju centralnu ulogu u jednom BMS sistemu i biće opisana jedna vrsta HVAC sistema.

NAPOMENA:

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

U cilju kvalitetnog održavanja objekta i blagovremenih reakcija na nezgode koristi se TotalObserver.

Javlja se potreba za spregom između BMS softvera, kao što je TAC Vista i TotalObservera, i jedno takvo rešenje je opisano u ovom radu.

2. TAC VISTA

TAC Vista je 'Building Energy Management System' (BEMS), odnosno sistem za upravljanje energijom zgrade koji omogućuje monitoring i upravljanje HVAC (heating, ventilation, air conditioning) sistemima, upravljanje rasvetom, kontrolu pristupa i druge bezbednosne funkcije jednog ili više objekata. Zasnovan je na 'open' protokolu LonWorks, i time predstavlja najproširiviji i IT-friendly sistem u industriji. Ovakvo proširivo rešenje može zadovoljiti proizvoljnu aplikaciju za upravljanje objektom. 'Open' arhitektura dozvoljava jednostavnu integraciju sa drugim proizvodima i obezbeđuje potpunu interoperabilnost [2].

2.1. Opis sistema

Ukoliko želimo da izgradimo BMS neke zgrade, prvo što moramo da uradimo je da definišemo sve funkcionalnosti koje BMS treba da poseduje za svaki sprat i svaku prostoriju u objektu. Tipično se u jednoj prostoriji nalazi računar na kome se nalazi Vista Server. Ovaj računar koristi različite uređaje koji se nalaze u LonWorks mreži. Mreža se tako projektuje da su uređaji podeljeni u grupe, najčešće prema spratovima i pripadnosti LonWorks uređajima, ili Xenta uređajima. LTA (LonTalk adapter) je komunikacioni uređaj koji omogućuje povezivanje Vista Server računara na Lon mrežu [3].

2.2. Alarmi

TAC Vista omogućuje rukovanje alarmima, uključujući systemske događaje i odgovore operatera. Alarmi mogu biti generisani od strane binarnih i analognih signala. Binarni signali aktiviraju alarm kad dođe do promene stanja. Vrednosti analognih signala se porede sa gornjom i donjom granicom (limitom) i alarm se aktivira kada vrednost pređe preko gornje, ili padne ispod donje granice.

2.3. Format alarmnog fajla korišćenog u aplikaciji

U softverskom rešenju je predviđena promena naziva i putanje alarmnog fajla koji će biti korišćen.

Svaki alarm ima tri reda u fajlu:

- Prvi red se sastoji iz prioriteta alarma (PRI-9) koji može biti od 1-9. Zatim ide tip alarma (MESSAGE, RESET, TRIPPED) iza koga sledi 'ALARM to

NORMAL' ili 'NORMAL to ALARM'. Nakon ovoga sledi vreme kada se alarm desio.

- Drugi red je putanja do alarma u TAC VistaDb (na primer: KENGUR-Xenta731-BMS-Menta-Energana-ENERGANA_UPS-Alarms- AlarmIspad1FS02).

- Treći red je opis alarma. Postoje dva opisa alarma. Prvi je 'Tripped Alarm Text' a drugi 'Reset Alarm Text'. Na primer:

- o Tripped Alarm Text: ALARM Ispad glavne sklopke 1QF (Orman RO- Energana/Agr)

- o Reset Alarm Text: RESET ALARMA Ispad glavne sklopke 1QF (Orman RO-Energana/Agr)

Problem je jednostavan i svodi se na čitanje tekstualnog (.txt) fajla u koji se upisuju alarmi koji su međusobno razdvojeni praznim redom.

Primer ALRFILE.TXT sa 3 alarma:

```
PRI-1-RESET: ALARM to NORMAL    ** 2/2/2000
10:11:34 PM **
```

```
KENGUR-Xenta731-BMS-Menta-Gro-GRO_AGR-
Alarms-AlarmIspad2FS02
```

```
RESET ALARMA Ispad osiguraca 2FS02 -
naponski okidac (Orman GRO/Agr)
```

```
PRI-1-RESET: ALARM to NORMAL    ** 2/2/2000
10:11:35 PM **
```

```
KENGUR-Xenta731-BMS-Menta-Gro-GRO_MR-
Alarms-AlarmIspad1FS01
```

```
RESET ALARMA Ispad osiguraca 1FS01 (Orman
GRO/Mr)
```

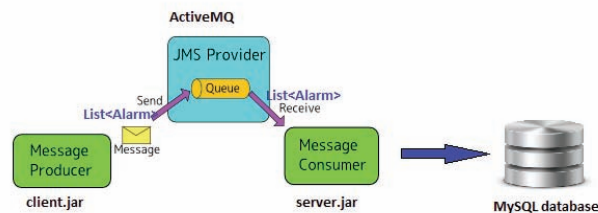
3. APACHE ACTIVEMQ

Apache ActiveMQ je 'open source' broker (posrednik) za razmenu poruka koji u potpunosti implementira 'Java Message Service' (JMS). Pruža 'Enterprise' mogućnosti poput grupisanja poruka, višestruka pakovanja poruka, i mogućnost korišćenja bilo koje baze za obezbeđivanje JMS perzistentnosti [4].

Pod pojmom 'messaging' - razmena poruka, se smatra slabo spregnuta distribuirana komunikacija, gde komunikacija predstavlja razmenu poruka između softverskih komponenti. Ovako orijentisane tehnologije uvode međukomponentu u komunikaciji. Ovaj pristup omogućuje softverskim komponentama da komuniciraju indirektno jedna sa drugom, pri čemu je korist ovakvog pristupa u tome što pošiljaoci ne moraju imati potpuno znanje o svojim primaocima.

4. SOFTVERSKO REŠENJE PROBLEMA PRENOSA INFORMACIJA IZMEĐU DISTRIBUIRANIH SISTEMA

Softversko rešenje ovog problema je realizovano implementacijom dve aplikacije: klijentska i serverska. Obe su realizovane kroz Eclipse projekte. Klijentska aplikacija se nalazi na jednom računaru, na kom se nalazi i fajl ALRFILE.TXT. Ovaj fajl sadrži informacije koje će biti prenete serverskoj aplikaciji. ALRFILE.TXT je tekstualni fajl kreiran od strane TAC Vista, i sadrži informacije o alarmima koji su se dogodili u nekom sistemu. Sam fajl je običan .txt tekstualni fajl koji se na klijentskoj strani parsira, i priprema za slanje preko ActiveMQ kao lista objekata.



Slika 1. Dijagram sistema za prikupljanje logova

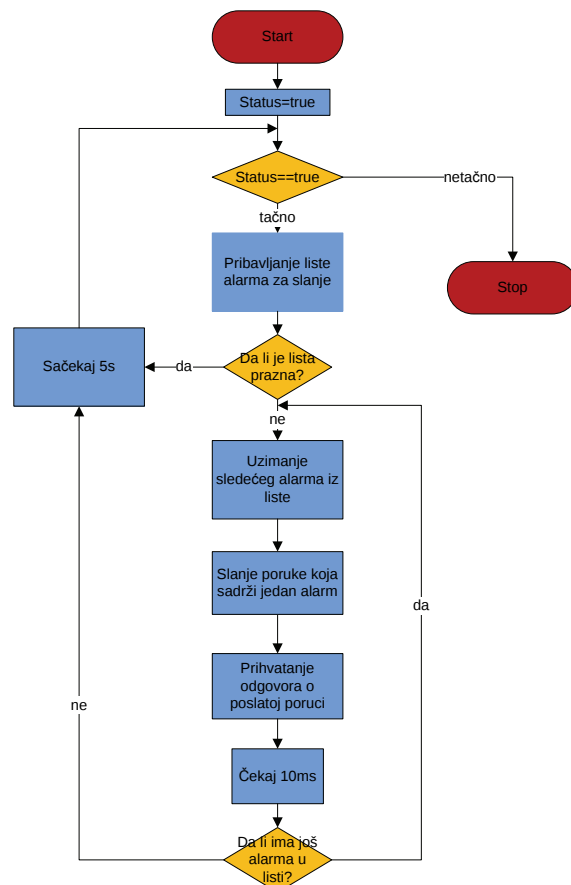
4.1 Klijentska aplikacija

U fajlu client.properties se nalaze podešavanja potrebna za rad aplikacije, i tu spadaju URL (Uniform resource locator) JMS servera. U ovom slučaju ActiveMQ se nalazi na drugom računaru.

Osnovna klasa klijentske aplikacije je klasa **ClientApplication** i njena glavna funkcija

```
public static void main(String[] args)
```

U njoj je implementirano da se na svakih 5000ms čitaju alarmi iz fajla, zatim šalju poruke i prihvataju odgovori. Sve važnije klase koje se koriste u ovoj aplikaciji su u radu objašnjene.



Slika 2. Algoritam korišćen u klijentskoj aplikaciji

4.2 Serverska aplikacija

Osnovna klasa serverske aplikacije je klasa **ServerApplication**, koja sadrži main() metodu i njena osnovna namena je da pokrene nit klase Receiver.

Klasa **Reciever** nasleđuje klasu **Thread** i redefiniše njenu metodu `run()`. U ovoj metodi je realizovano otvaranje konekcije ka serveru, i kreiranje sesije i reda poruka sa imenom `Alarms.Queue`. Takođe, kreiran je objekat consumer klase `MessageConsumer` koji služi za primanje poruka od servera.

5. Testiranje aplikacije

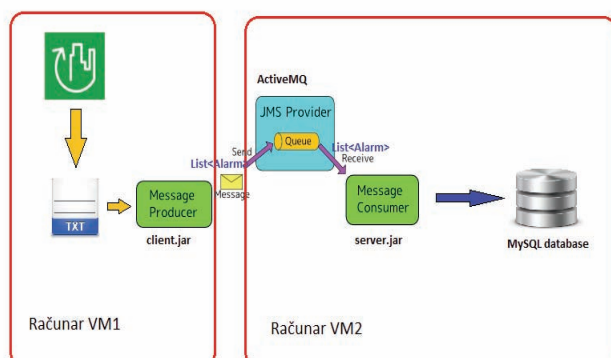
Sistem na kome je aplikacija testirana se sastoji iz 2 računara sa operativnim sistemima Windows XP. Ime prvog računara je VM1, a drugog je VM2. Ova dva računara nalaze se na lokalnoj mreži, u istoj 'workgroup'-i.

Na računaru VM1 se nalazi klijentska aplikacija, **client.jar**, i u istom folderu i konfiguracioni fajl **client.properties**.

Na računaru VM2 se nalaze: **Apache ActiveMQ Server**, serverska aplikacija **server.jar**, u istom folderu i konfiguracioni fajl **server.properties**, **XAMPP Control Panel**, iz kog se pokreću **Apache** i **MySQL** serveri.

Klijentska aplikacija, čita `ALRFILE.TXT` i šalje njegov sadržaj kao listu alarma na ActiveMQ server. Ovaj server je posrednik u razmeni poruka. Serverska aplikacija preuzima poruke sa ActiveMQ servera, vraća odgovor o primljenim porukama serveru, i smešta ih u bazu podataka.

Konačan produkt celog sistema je čuvanje svih alarma koje je TAC Vista Server upisao u `ALRFILE.TXT` fajl, u bazi podataka na drugom računaru.



Slika 3. Dijagram sistema korišćenog za testiranje

TAC Vista uvek upisuje nove alarme na kraj alarmnog fajla, tako da klijentska aplikacija nakon slanja trenutno zatečenih poruka briše sav sadržaj fajla tako da TAC Vista može upisivati nove alarme i sledeći put kada klijentska aplikacija pristupi fajlu, u njemu će se nalaziti samo novi alarmi.

6. FIZIČKE VELIČINE U HVAC SISTEMU

HVAC (Heating, ventilation and air conditioning) sistem služi za održavanje dobrog kvaliteta vazduha u zatvorenom prostoru kroz adekvatnu ventilaciju i filtraciju i obezbeđivanje prijatne temperature vazduha. [5]

Klimatizacija vazduha u cilju komfora obuhvata sve klimatizacione procese primenjene na ambijentalni vazduh kako bi se postigla sredina u zatvorenom prostoru koja je prijatna i komforna u smislu temperature i relativne vlažnosti.

7. TOTAL OBSERVER

TotalObserver je integrisani softver dizajniran da pomogne u upravljanju svojstvima, kancelarijskim prostorom, opremom, aktivama, vozilima...

Sa karakteristikama kao što su modularnost, bezbednost i robustnost predstavlja **USER FRENDRY** alat za omogućavanje procesa prostornog upravljanja, upravljanja aktivama, resursima i održavanjem.

TotalObserver sadrži veliki broj različitih modula koji služe određenim potrebama delova procesa. Iako moduli mogu biti odvojeno tretirani i korišćeni, svaki ima odličnu interakciju sa ostalima kako bi se omogućilo da potrebni podaci budu lako dostupni. [6]

Moduli TotalObservera su:

- Core Module
- Maintenance Module
- Reception Module
- Tenent Communication Module
- CRM Module
- Warehouse
- Document Management Module

8. SPREGA TAC VISTA I TOTAL OBSERVERA

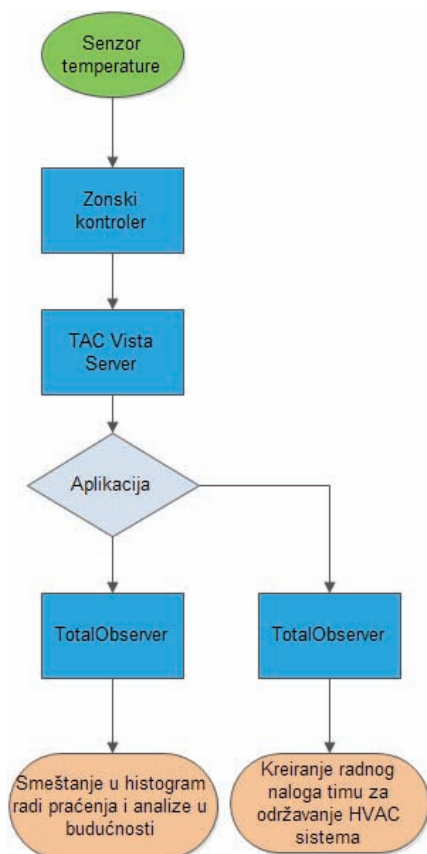
Realizacija sprege ovih komponenti nije predmet ovog rada. Postoji mogućnost realizacije te sprege i preko upisivanja alarm u alarmni fajl i korišćenje tih vrednosti od strane aplikacije koja će ostvariti spregu sa TotalObserverom.

U ovom poglavlju je opisana sprega između TAC Vista softvera i TotalObservera. Aplikacija prikuplja podatke od TAC Vista, obrađuje ih i prosleđuje TotalObserver-u kao softveru za upravljanje objektom koji će na osnovu tih podataka preduzeti određene akcije.

Ovi dijagrami imaju za cilj da opišu reakcije TotalObservera na događaje u BMS sistemu.

Ovde je opisan samo jedan od dijagrama koji opisuje reakciju TotalObserver-a na trenutnu vrednost temperature u sistemu u objektu.

- Senzor temperature: Meri temperaturu u prostoriji
- Zonski kontroler: Posедуje ulaz koji je povezan sa senzorom (kod Xenta uređaja je najčešće termistorski ulaz)
- TAC Vista Server: Nalazi se u mreži sa kontrolerom i nadzire temperaturnu promenljivu
- Aplikacija: prihvata vrednost temperature, i na osnovu toga donosi odluku o konstatovanju alarma ukoliko je temperatura duže vremena iznad ili ispod dozvoljenih vrednosti [7].



Slika 4. Dijagram reakcije TotalObserver-a

9. ZAKLJUČAK

Sadržaj ovog rada se može posmatrati iz dva dela, od kojih je prvi najvećim delom nastao kao rezultat završnog 'bachelor' rada istog autora, dok se drugi deo nadovezuje i oslanja na prvi u određenoj meri, ali se može razmatrati i kao zasebna tema.

U prvom delu rada prikazano je jedno rešenje projektovanja softvera za komunikaciju zasnovanu na porukama posredstvom ActiveMQ servera i čuvanje u MySQL bazi podataka. Podaci koji se prenose su od velike važnosti jer nose informacije o alarmima iz jednog BMS sistema. Pretpostavljeno je korišćenje TAC Vista Servera i TAC Vista Workstation-a, koje karakteriše upisivanje alarma u tekstuelni fajl, pa je prenos informacija zasnovan na tom fajlu. Opisano rešenje predstavlja distribuiranu aplikaciju, te ga karakterišu osobine distribuiranih sistema:

- razlike među računarima i način komunikacije su sakriveni od korisnika,
- korisnici aplikacije intereaguju sa distribuiranim sistemom na konzistentan i jednobrazan način bez obzira na mesto i vreme interakcije,
- lako se proširuje,
- podržava heterogene računare i mreže – ima softver slojevito organizovan

Drugi deo rada se odnosi na konceptualno rešenje sprege TAC Vista Server-a sa TotalObserver-om. Tu je stavljan naglasak na akcije koje može preduzeti TotalObserver, kao reakcije na događaje u HVAC sistemu. Opisani su TAC zonski kontroleri, kako bi se upoznali sa ulazima i izlazima kontrolera ove vrste na konkretnim proizvodima. I drugi kontroleri sa istom primenom imaju slične karakteristike.

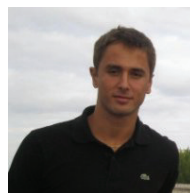
HVAC sistemi su najvažniji deo jednog BMS sistema i u radu su opisane fizičke veličine koje figurišu u ovakvom sistemu, u cilju opisa funkcionalnosti koje bi trebalo da ima jedna aplikacija koja bi ostvarila spregu između TotalObservera i TAC Vista. TotalObserver je integrisani softver dizajniran da pomogne u upravljanju svojstvima, kancelarijskim prostorom, opremom, aktivama, vozilima... Moguće je realizovati njegovu upotrebu u svrhu pomaganja upravljanja jednim BMS sistemom, i realizacija takvog sistema bi predstavljala značajno poboljšanje u funkcionisanju celokupnog Facility/Building Management System-a.

Proširenje ovog rada bi se odnosilo na monitoring svih veličina u jednom BMS sistemu, rasvete, električne energije, bezbednosti... od strane TotalObservera.

10. LITERATURA

- [1] dr Velimir Čongradac, Materijal sa predavanja "Totalno integrisani sistemi automatskog upravljanja". Katedra za automatiku i upravljanje sistemima, Univerzitet u Novom Sadu 2012.
- [2] <http://195.70.43.12/Vista/tacvistaserver101365>.
- [3] <http://www.schneider-electric.com>
- [4] <http://activemq.apache.org/>
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/HVAC>
- [6] www.totalobserver.com
- [7] Guide to Best Practice Maintenance & Operation of HVAC Systems for Energy Efficiency

Kratka biografija:



Nenad Milanović rođen je u Osijeku 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2013.god.

ELEKTRANE NA GAS SA KOGENERACIJOM

GAS FIRED POWER PLANTS WITH COGENERATION

Milan Kondić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisan princip rada gasnih elektrana i mikrokogeneratorskih postrojenja. U uvodu su date neke osnovne karakteristike energetskog sektora u Srbiji i opisan je princip kogeneracije sa osvrtom na njenu trenutnu zastupljenost kao i na moguće potencijale. Opisana su energetska svojstva prirodnog gasa kao ekološkog goriva i data je tehno-ekonomska analiza mikro-kogeneratorskih modula.

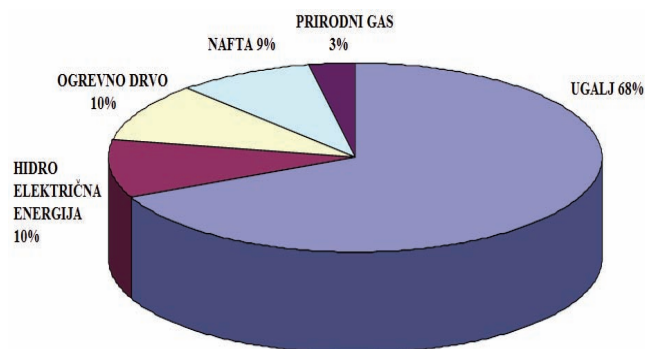
Abstract – This paper presents an introduction in gas fired power plants and micro cogeneration modules. The introduction provides some basic characteristics of the energy sector in Serbia and described the principle of cogeneration with regard to its current representation as to the possible potential. It contains descriptions of energetic properties of natural gas as fuel and techno-economic analysis of micro-modules

Ključne reči: Prirodni gas, kogeneracija, elektrane na gas

1. UVOD

Živimo u vremenu kada je od najveće važnosti obezbediti sigurno snabdevanje energijom i ekonomski razvoj i to na način očuvanja životne sredine. Od primarnog je značaja dobro organizovati i upravljati sistemima i to na različitim nivoima: međunarodnom, regionalnom, nacionalnom i lokalnom. Raspoloživost energijom, upravljanje energetskim tokovima, diversifikacija izvora snabdevanja, energetska efikasnost i korišćenje obnovljivih izvora energije, a sve kako bi se zadovoljile potrebe potrošača i omogućilo nesmetano snabdevanje energijom te sprečili rizici od energetskih kriza kao što je bila gasna kriza u januaru 2009. godine – sve su to zadaci sa kojima se suočava ceo svet pa i Srbija. U okviru energetskog sistema Republike Srbije obavlja se eksploatacija domaće primarne energije (ugala, nafte, prirodnog gasa, obnovljivih izvora energije), uvoz primarne energije (pre svega nafte i prirodnog gasa), proizvodnja električne i toplotne energije, eksploatacija i sekundarna prerada uglja, kao i transport i distribucija energije i energenata do krajnjih potrošača finalne energije. Energetski sistem Srbije čine: sektor nafte, sektor prirodnog gasa, sektor uglja i elektroenergetski sektor kojeg sačinjavaju elektroenergetski izvori za proizvodnju električne energije – termoelektrane, termoelektrane-toplane i hidroelektrane, sistemi za prenos električne energije, preko kojih se vrši prenos električne energije proizvedene u zemlji i obavlja razmena sa susednim sistemima, kao i elektrodistributivni

sistemi, preko kojih se vrši isporuka električne energije krajnjim potrošačima. Na slici 1.1 je prikazana struktura proizvodnje primarne energije po energentima u Srbiji.



Slika 1.1. Struktura proizvodnje primarne energije

Ali od svih oblika energije, električnoj energiji se pridaje poseban značaj. Ona je univerzalni oblik energije koji može da se dobije iz svih ostalih oblika ali i isto tako da se transformiše u druge oblike energije. Elektroprivreda Srbije (EPS) čine rudnici uglja, elektroenergetski izvori (hidroelektrane, termoelektrane, toplane), visoko naponska prenosna mreža i distributivni sistem. EPS raspolaže kapacitetima za proizvodnju električne energije ukupne snage od 8355 MW na pragu elektrana (neto snaga). U TE (termoelektranama), na lignit je instalisano 5171 MW, neto snaga HE (hidroelektrana) je 2831 MW, dok je u TE-TO (termoelektrana-toplana) na mazut i prirodni gas instalisano 427 MW. Elektroprivreda Srbije upravlja i radom tri elektrane ukupne neto snage 461 MW, koje nisu u njenom vlasništvu. U periodu od 2008. do 2015. godine, očekuje se prosečna godišnja stopa rasta potrošnje električne energije na teritoriji Republike Srbije od oko 0,9%, a vršne snage oko 0,5%. relativno stabilan rast potrošnje električne energije u industriji od oko 1,8% godišnje i nešto blaži rast potrošnje na niskom naponu od oko 1,4% godišnje, dovešće do smanjenja neravnomernosti potrošnje. Zbog svega navedenog, racionalizacija potrošnje je prva, najhitnija i najekonomičnija mera za uravnoteženje potreba sa proizvodnim mogućnostima elektroprivrede. Kao mera štednje i umerenije potrošnje energenata preporučuje se i upotreba novih ekonomsko prihvatljivih načina odnosno tehnika za proizvodnju električne energije. Jedna od njih je i kogeneracija, odnosno proizvodnja i električne i toplotne energije iz istog izvora uz visok stepen iskorišćenja (eng: CHP- Combined Heat and Power). Kogeneracija toplotne i električne energije predstavlja ekološki i ekonomski atraktivnu mogućnost korišćenja biogasa, deponijskog gasa i prirodnog gasa, koji se dobijaju iz obnovljivih energetskih izvora,

NAPOMENA:

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

kaptažnog gasa, koji se dobija na naftonosnim poljima kao i otpadnih gasova iz mnogih hemijskih procesa, koji sagorevaju na bakljama.

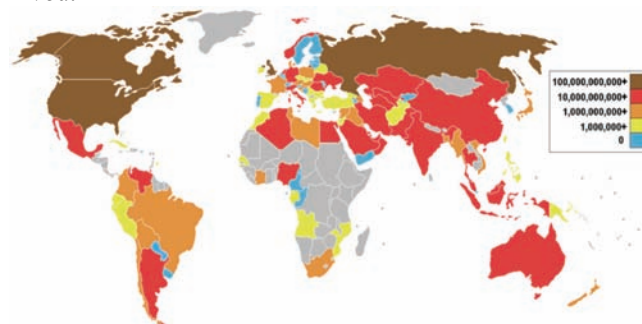
2. PRIRODNI GAS

Prirodni ili zemni gas je prirodna zapaljiva smeša gasovitih ugljovodonika, pre svega metana (CH_4 -ugljovodonik sa jednim atomom ugljenika), ali najčešće uključuje i različite količine drugih viših alkana (etan, propan, butan), pa čak i manji procenat ugljen dioksida (CO_2), azota i vodonik sulfida (H_2S). Nalazi se u dubokim podzemnim prirodnim formacijama stena ili je povezan sa nalazištima nekih drugih ugljovodonika u basenima uglja. Najčešće se nalazi zajedno sa naftom, obično je zarobljen u gasnoj kapi iznad nafte. Većina prirodnog gasa je nastala tokom dužeg vremenskog perioda od dva mehanizma: biogenog i termogenog. Kada se javlja zajedno sa naftom naziva se vlažni (bogat) zemni gas koji sadrži veću koncentraciju etana (10%), propana (7%) i butana (7%). Kada se javlja samostalno naziva se suvi (siromašni) zemni gas, koji se sastoji skoro isključivo od metana 98% do čak 100%, uz sadržaj ostalih parafinskih ugljovodonika od 1,5-2%. Osim toga može nastati i degazolizacijom vlažnog zemnog gasa. Prilikom distribucije vrši se njegova odorizacija, tj. dodaju mu se gasovi sa mirisom (npr. Etil-merkaptan – jedinjenje koji sadrži sumpor), tako da ga je moguće osetiti čulom mirisa, kada se javi u koncentracijama iznad 1%. Sastav zemnog gasa znatno varira u zavisnosti od mesta gde se javlja. Prirodni gas je vitalna komponenta svetske energetike. On se kao izvor energije uglavnom koristi za pokretanje motornih vozila, grejanje i proizvodnju električne energije. Takođe se koristi u industriji kao bazna sirovina tokom proizvodnje raznih proizvoda (plastične mase, veštačka đubriva, antifriz i tekstil). Zapravo industrija i jeste najveći potrošač prirodnog gasa sa udelom u potrošnji od 43%.

2.1. Nalazišta zemnog gasa

Rezerve nafte i gasa u Srbiji su uglavnom skoncentrisane u Vojvodini. U 2011. godini Srbija je raspolagala dokazanim rezervama sirove nafte od oko 10,6 miliona tona i bilansnim rezervama od oko 41 miliona tona. Dok su rezerve prirodnog gasa iznosile oko 30,5 milijardi m^3 . Srbija ima proizvodnju nafte ali nedovoljno za svoje potrebe. Sopstvenom proizvodnjom zadovoljava oko 40% domaćih potreba. Nalazišta gasa u Srbiji se nalaze u Bačkoj, Sremu, Centralnoj Srbiji i najvećim delom u srednjem Banatu (Zrenjanin, Elemir, Kikinda, Mokrin, Torda, Međa, Begejci, Plandište, Velika Greda, Tilva i Srbobran) dok je najveće podzemno skladište gasa u Banatskom Dvoru. Rafinacija prirodnog gasa iz domaćih nalazišta Mokrin, Kikinda, Crnja i Rusanda, vrši se u rafineriji gasa u Elemiru a gas iz ostalih nalazišta prečišćava se (suši) direktno na gasnim poljima i šalje se u gasovodni sistem u čijem sastavu su kompresorske stanice, skladišta, merne i regulacione stanice do primopredajnih stanica. Najveća svetska nalazišta prirodnog gasa su u Rusiji (25% svetskih rezervi gasa), zatim u Iranu, SAD, Holandiji, Alžiru i na Bliskom istoku. U Evropi se uglavnom koristi ruski gas, tako da je cela Evropa uglavnom zavisna od količina zemnog gasa koji isporučuje Rusija. Srbija se takodje na osnovu

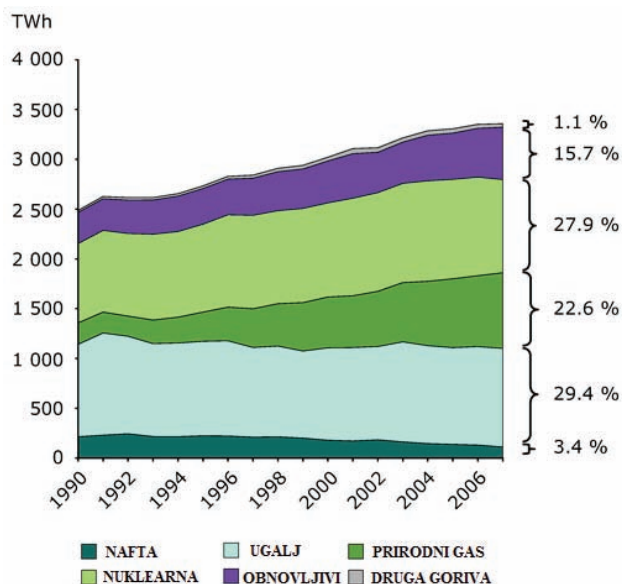
višegodišnjeg ugovora snabdeva ruskim gasom i to gasovodom preko Mađarske koji preko prijemne stanice u Horgošu ulazi u našu zemlju i dnevno može da isporuči 10 miliona kubika gasa. Na slici 2.1 su označene zemlje sa najvećom eksploatacijom prirodnog gasa na godišnjem nivou.



Slika 2.1. Zemlje sa najvećom eksploatacijom gasa

3. ELEKTRANE NA GAS

U narednih pet godina se predviđa da će tržište gasnih elektrana u Evropi rasti kao nikada pre. Ta predviđanja su potvrđena posle incidenta koji se dogodio u nuklearnoj elektrani Fukušima u Japanu. Iako su nuklearne elektrane trenutno najrentabilnije, ipak u slučaju havarije posledice po čovekovo zdravlje i okolinu su nesagledive. Par meseci posle havarije u Fukušimi, Internacionalna energetska agencija (IEA) je predvidela da dolazi zlatno doba prirodnog gasa. Prema predviđanjima IEA, do 2035. godine pomoću prirodnog gasa će se proizvoditi do 25% ukupne svetske električne energije. Trenutno se od prirodnog gasa dobija nešto manje od 20%. Na slici 3.1 je prikazana ukupna proizvodnja električne energije u Evropi izražena u TWh iz svih elektrana razvrstana po vrsti goriva koje se koristi od 1990. do 2006. godine.



Slika 3.1. Proizvodnja električne energije u Evropi

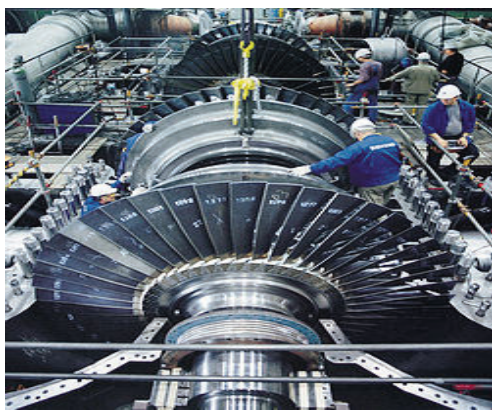
Današnje savremene gasne elektrane sa kombinovanim ciklusom prilikom rada oslobađaju samo oko 330 grama ugljen-dioksida po kilovat času proizvedene energije. Dok najsavremenije elektrane na uglj proizvode dvostruko više. Pored manje emisije ugljen-dioksida u atmosferu, nove gasne elektrane se često koriste da bi obezbedile

sigurnije i pouzdanije napajanje onih regiona koji se napajaju pretežno iz obnovljivih izvora energije kao što su vetar (vetrogeneratori) i sunce (solarni paneli). Pouzdanost napajanja takvih regiona je ugrožena iz prostog razloga jer se tačna proizvodnja takvih elektrana ne može predvideti. Ne zna se tačno kada će vetar da duva slabo ili jako, a isto tako se ne može predvideti ni tačna osunčanost nekog regiona, odnosno da li će biti oblaka ili ne.

3.1. Vrste gasnih elektrana

Sve elektrane mogu da se svrstaju u različite kategorije i to prema: veličini, vrsti energenta koji se koristi za proizvodnju električne energije, prema tehnologiji koja se koristi za pokretanje generatora i prema načinu rada. Bez obzira na ove podele, sve elektrane imaju jedno zajedničko a to je generator, odnosno rotaciona mašina koja pretvara mehaničku energiju (obrtanje) u električnu. Sve ove podele se prvenstveno odnose na dobijanje te pokretačke mehaničke energije. Prema veličini, elektrane se uglavnom dele na osnovu instalisane snage. Mogu biti male i velike a granica je stavljena na 10 MW. Prema tehnologiji koja se koristi za pokretanje generatora one mogu biti:

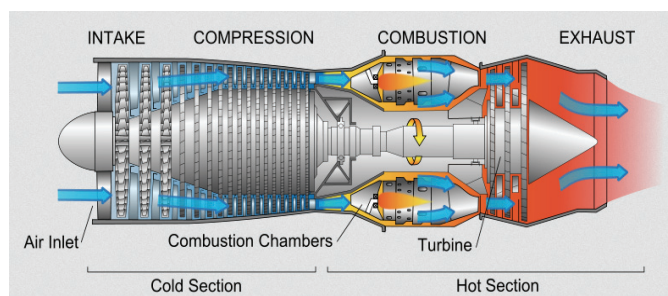
Elektrane sa parnom turbinom, koje koriste dinamički pritisak vodene pare za pokretanje turbine koja pokreće generator. Skoro sve velike elektrane, osim hidro centrala, koriste baš ovaj sistem za proizvodnju energije. Vodena para nastaje sagorevanjem primarnog goriva, u ovom slučaju prirodnog gasa, i zagrevanjem vode. Na slici 3.2 prikazano je montiranje jedne parne turbine u postrojenju



Slika 3.2. Montiranje parne turbine u pogonu

Elektrane sa gasnom turbinom, koja je takođe rotaciona mašina koja pretvara energiju sagorevanja gasa u rotaciono kretanje. Ove turbine koriste direktan pritisak vazduha i proizvod sagorevanja gasa pa prema tome spadaju u jednu jednostavniju vrstu motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Sastoje se od rotirajućeg (centrifugalnog) kompresora na jednoj strani koji je spojen sa turbinom na drugom kraju a između njih se nalazi komora za sagorevanje. Pored korišćenja u elektranama ove turbine se koriste kao pogon vojnih aviona (mlaznjaka), vozova, brodova pa čak i tenkova. Karakteriše ih sposobnost brzog delovanja pa se obično koriste u onim elektranama koje rade kao pomoćno napajanje tokom vršne potrošnje (najveće dnevne potrošnje). Dobra osobina ovih turbina je ta što se mogu koristiti i u kogeneracijskim postrojenjima gde se vreli izduvni gasovi na izlazu turbine koriste za

zagrevanje vode koja služi sa grejanje prostorija. Na slici 3.3 prikazan je princip rada gasne turbine.



Slika 3.3. Princip rada gasne turbine: kompresor (levo), komora za sagorevanje sa mlaznicama (u sredini), trostepena turbina (desno)

Elektrane sa kombinovanim ciklusom, poseduju i gasnu turbinu, koja se pokreće pomoću prirodnog gasa, i parnu turbinu koju pokreće vodena para pod visokim pritiskom. Kod ovakvog sistema se koriste vreli izlazni gasovi iz gasne turbine kako bi zagrevali rezervoar sa vodom. Na taj način nastaje para koja se koristi za pokretanje parne turbine. Obe ove turbine služe za pokretanje generatora koji proizvode električnu energiju. Ovakav sistem uveliko povećava efikasnost cele elektrane i sve se više koristi u svetu i to ne samo za elektrane male snage.

Elektrane (agregati) koje koriste motor sa unutrašnjim sagorevanjem, odnosno klipni motor za pokretanje generatora. Klipni motori koriste jedan ili više klipova koji rade naizmenično i pretvaraju pritisak nastao sagorevanjem goriva u rotaciono kretanje. Svaki motor sa unutrašnjim sagorevanjem (SUS motor) u toku svog rada mora da obavi 4 osnovna procesa a to su usisavanje, sabijanje (kompresija), sagorevanje (ekspanzija) i izduvavanje. SUS motori najčešće rade na benzin, dizel, mazut i prirodni ili deponijski gas. Prema istraživanju koje je objavila Globalna Energetska Opservatorija (GEO- Global Energy Observatory) u avgustu 2013. godine, u Evropi (zajedno sa Rusijom) se trenutno nalazi preko 180 gasnih elektrana. Trenutno najveća gasna elektrana na svetu je Surgut-2 (rus- Surgutskaya) i nalazi se u Rusiji u gradu Surgut na obali reke Ob. Njena instalisana snaga iznosi 5 597 MWe i radi na principu kombinovanog ciklusa i u toku jednog sata može da isporuči 977 MWth toplotne energije.

3.2. Pregled stanja gasnih elektrana u Srbiji

Proizvodnja električne energije u Srbiji, iako u principu zadovoljava potrebe domaćeg tržišta, ipak nije dovoljna za potrošnju tokom zime pa se struja mora uvoziti. Taj problem bi mogao da se prevaziđe izgradnjom četiri elektrane na gas kogenerativnog tipa, što je nedavno i predložio i predsednik Gasproma Aleksej Miler, istakavši da bi elektrane na gas mogle biti izgrađene u Beogradu, Novom Sadu, Nišu i Pančevu. Što se tiče već postojećih postrojenja u Srbiji, postoji izrađen projekat za izgradnju kogeneratorskog modula u Kikindi a u junu ove godine je pušteno u pogon kogeneratorsko postrojenje u Sirakovu, prvo takve vrste na Balkanu, za proizvodnju električne i toplotne energije iz gasa koji se dobija na toj sabirno-otpremnoj naftnoj stanici.

4. KOGENERACIJA

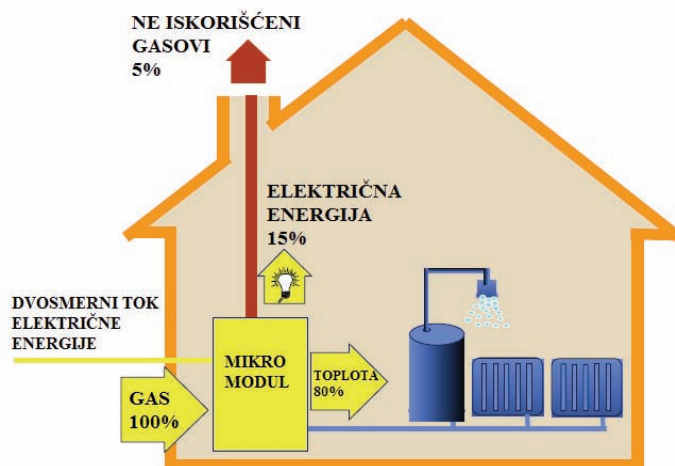
Kogeneracija se definiše kao sekvencijalno korišćenje primarne energije goriva za proizvodnju dva korisna energetska oblika: toplotne energije i mehaničkog rada. Pritom se dobijeni mehanički rad najčešće koristi za dobijanje električne energije dok se toplotna energija može koristiti u raznim tehnološkim procesima, precesima grejanja kao i u procesima hlađenja. U slučaju kada se električna energija dobija pomoću gasne i parne turbine stepen iskorišćenja iznosi oko 70% dok primenom kogeneracijskog modula stepen iskorišćenja iznosi čak oko 90% kada se iskoristi sva toplota. Ukupna efikasnost kogeneracije se definiše prema jednačini (1) gde je E-dobijena električna energija, H-korisna toplotna energija, F-potrošena količina goriva.

$$\text{CHPn}=(E+H)/F \quad (1)$$

Veličina odnosno kapacitet kogeneracijskih postrojenja može znatno da varira. Tako danas imamo postrojenja instalisane snage od 1 kWe koja se mogu koristiti u kućama, do postrojenja reda veličine 200 MWe. Podela kogeneracijskih postrojenja ni do danas nije precizno definisana pa mnogi autori navode različite podele kogeneracijskih postrojenja s obzirom na njihovu instalisanu snagu.

5. KUĆNE ELEKTRANE

Kogeneratorska postrojenja se primenjuju u industriji već decenijama, ali kogeneratorski moduli snaga manjih od 50 kW koji se nazivaju mikro-kogeneratori (mikroturbine) su relativno novi na tržištu a cilj im je da maksimalno iskoriste energiju goriva koje koriste. Mikro-kogeneracija veoma jednostavno snabdeva kuću ili stambenu zgradu toplotom po principu centralnog grejanja a ujedno proizvodi i električnu energiju. Višak električne energije koji se ne iskoristi šalje se u mrežu preko dvosmernog brojila koje može da beleži električnu energiju uzetu iz distributivne mreže ali i energiju predatu u mrežu. Moderne mikro-kogeneratorske jedinice namenjene domaćinstvima veličine su mašine za veš, a u mogućnosti su da generišu od 1 kW do 6 kW električne energije. Takođe količina zagrejanje vode koju ovi sistemi mogu da proizvedu je sasvim dovoljna za prosečnu porodicu u hladnijim klimatskim uslovima za grejanje pomoću radijatora kao i za upotrebu u domaćinstvu. Trenutno se kao motori za pokretanje ovakvih sistema najčešće koriste motori sa unutrašnjim sagorevanjem, gasne mikroturbine ili neke vrste parnih motora koji koriste energiju pare. Gasne mikroturbine su posebno pogodne za ovakve male sisteme zbog velikog stepena iskorišćenja, male veličine, čistog sagorevanja, velike izdržljivosti i robusnosti kao i zbog dugog veka trajanja bez potreba za remontom (imaju svega dva ili tri pokretna dela). Još jedan jako bitan faktor za ovakve kogeneratorske sisteme predstavljaju izduvni gasovi gasne turbine koji su skoncentrisani na jednom mestu, na izlazu iz turbine za razliku od SUS motora (gde se toplota deli na hladnjak i izduvne gasove), i mogu se veoma lako iskoristiti za zagrevanje vode. Na slici 5.1 može se videti princip mikro-kogeneracije kao i raspodela iskorišćenog goriva odnosno novonastale energije.



Slika 5.1. Princip mikro kogeneracije

6. ZAKLJUČAK

Energetska efikasnost je jedna od osnovnih tema kojima se bavi Energetska zajednica. Značaj energetske efikasnosti proizilazi iz činjenice da se njenom primenom ostvaruju značajne uštede u potrošnji energije, ali istovremeno i smanjuje negativan uticaj proizvodnje i potrošnje energije na životnu sredinu, čime se obezbeđuje održivi razvoj. Kogeneracija predstavlja proizvodnju dva korisna energetska resursa, električnu i toplotnu energiju, iz primarne energije goriva. Iako ima veliki potencijal, kogeneracija u energetici Srbije je veoma slabo razvijena za razliku od zemalja Evropske unije. Ovakav scenario je prividno opravdan, jer i u samoj Elektroprivredi Srbije u poslednjih 20 godina nije izgrađen nijedan veći energetski objekat za proizvodnju električne energije, pa je tako i sa razvojem i izgradnjom kogenerativnih postrojenja. S obzirom da osnovna finansijska podrška za razvoj kogeneracije u EU potiče iz elektroprivrednih delatnosti, pa se tako očekuje i u Srbiji.

7. LITERATURA

- [1] Ministarstvo za infrastrukturu i energetiku Republike Srbije, „Energijska u Srbiji 2010“
- [2] Jeremy Harrison, „Micro combined heat and power for housing“
- [3] Harvard Green Campus Initiative „Cogeneration fact sheet“

Kratka biografija:



Milan Kondić rođen je u Sremskoj Mitrovici 1988. godine. Srednju tehničku školu „Nikola Tesla“ je završio 2007. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2013.god.

**REINŽENJERING MODULA INFORMACIONOG SISTEMA ZA PODRŠKU
UPRAVLJANJA LJUDSKIM RESURSIMA U BANCII****REENGINEERING OF AN INFORMATION SYSTEM MODULE FOR HUMAN
RESOURCE MANAGEMENT IN A BANK**

Milica Jelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu iskorišćene su opšte postavke procesa reinženjeringa informacionih sistema i dat je opis jedne realizacije procesa reinženjeringa informacionog sistema kadrovske evidencije u banci.

Abstract – In this paper, we utilize a common basis of the information reengineering process to present an implementation of the reengineering process of an banking information system for human resource management.

Ključne reči: Informacioni sistem, reinženjering, aplikacija, Visual FoxPro

1. UVOD

U radu je izložen opis realizacije reinženjeringa kadrovske evidencije informacionog sistema (IS) banke. Niz promena koje su uvedene u rešenje tokom dugog perioda korišćenja postojećeg sistema rezultovalo je stanjem u kojem je problem postala podrška održavanju i uvođenju novih funkcionalnosti.

Kao rešenje ovog problema nude se sledeće četiri osnovne opcije koje su na raspolaganju organizacijama kada se suoče sa teškoćama u održavanju postojećeg sistema:

- održavanje statusa *quo*,
- odbacivanje softvera,
- zamena sistema i
- reinženjering.

Osnovni problem pružanju podrške postojećem rešenju u narednom periodu predstavlja najava prestanka pružanja tehničke podrške koja se tiče *Visual FoxPro*-a (VFP) od strane samog *Microsoft*-a, od 2015. godine.

2. OPIS REALNOG SISTEMA

Poslove u realnom sistemu obavljaju: referenti i direktor službe za organizaciju, kadrove i edukaciju i koordinatori za edukaciju i organizaciju događaja. Ovi korisnici su dokumentovani u [1].

Osnovna funkcija sistema koji će biti predmet reinženjeringa jeste evidentiranje radnika banke, sa svim potrebnim atributima.

Informacije o sistemu dobijene su dominantno intervjuom sa korisnicima i projekt menadžerom, ali i uvidom u dokumentaciju postojećeg sistema i njenom analizom.

NAPOMENA:

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

Dobijene su veoma kvalitetne informacije, pre svega zahvaljujući delu informacija dobijenih intervjuom sa projekt menadžerom.

3. REINŽENJERING SLOŽENIH SOFTVERSKIH SISTEMA**3.1. Reinženjering softvera i srodni pojmovi**

Ovaj rad oslanja se na reinženjering kao proces koji predstavlja promenu sistema koja podrazumeva i dodavanje novih funkcionalnosti.

Reverzni inženjering (*reverse engineering*) je proces analize sistema sa ciljem:

- identifikovanja komponenti sistema i njihovih međusobnih veza i
- kreiranja reprezentacije sistema u drugom obliku ili na višem nivou apstrakcije.

Dve podoblasti reverznog reinženjeringa koje su široko poznate su redokumentovanje i oporavak dizajna.

Restruktuiranje softvera podrazumeva transformaciju softvera iz jedne predstave u drugu na istom relativnom nivou apstrakcije, uz očuvanje spoljašnjeg ponašanja sistema, kako bi bio lakši za razumevanje ili održavanje.

Inženjering je tradicionalni proces koji kreće od apstrakcija visokog nivoa i logičkog dizajniranja nezavisnog od implementacije i vrši fizičku implementaciju sistema.

Ponovni razvoj je globalni termin koji obuhvata povezani niz aktivnosti softverskog inženjeringa. On uključuje reinženjering i sve neophodne pomoćne aktivnosti.

Pod reverznim inženjeringom misli se na proces ekstrakcije različitih modela iz konkretnog softverskog sistema, dok se pod reinženjeringom misli na proces transformacije sistema u novi koji implementira iste funkcionalne zahteve, ali omogućava i dalji razvoj. [2]

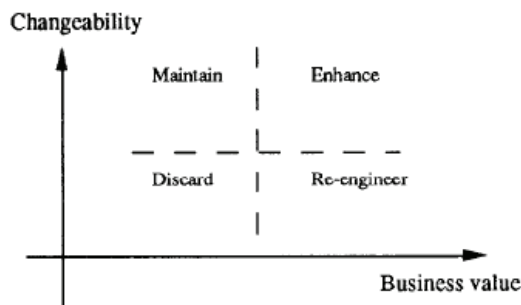
3.2. Značaj reinženjeringa

Na održavanje softvera danas se troše velike količine sredstava i postoji potreba za nalaženjem rešenja ovog problema. Celokupan softverski inventar neprestano se širi i on mora da se održava. Problemi održavanja softvera najčešće nastaju kao posledice sledećih situacija:

- zastareo softver,
- nepostojanje, nepotpunost ili zastarelost programske dokumentacije,
- programeri zaduženi za održavanje nisu učestvovali u razvoju i
- izbegavanje uvođenja promena u izvorni kôd.

3.2.1. Odlučivanje

U zavisnosti od položaja u koordinatnom sistemu čije ose označavaju mogućnost promene i poslovnu vrednost sistema, moguće je primeniti jednu od četiri akcije za proširivanje softverskih mogućnosti organizacije (Slika 1).



Slika 1. Matrica odlučivanja

U slučaju predmeta ovog rada, stari sistem je teško menjati, ali ima visoku poslovnu vrednost, pa se bira reinženjering sistema.

Reinženjering je, prema tome, definisan u uslovima odnosa između različitih nivoa apstrakcije. Ovo se može izraziti sledećom formulom:

$$\text{Reinženjering} = \text{Reverzni inž.} + \Delta + \text{Inženjering} [3]$$

Prvi element je aktivnost definisanja apstraktnije i lakše reprezentacije sistema za razumevanje. Drugi element predstavlja promenu sistema. Promene se odnose na promenu funkcionalnosti i promenu implementacione tehnike. Treći element (normalni razvoj sistema) je aktivnost kreiranja reprezentacije koja je izvršiva, program koji je napisan u nekom primenljivijem programskom jeziku.

Reinženjering pomaže u smanjenju troškova razvoja sistema od početka korišćenjem funkcionalnosti postojećeg sistema. Prema[4], rizici treba da budu uzeti kao bitan faktor prilikom donošenja odluke o reinženjeringu.

3.2.2. Prednosti reinženjeringa

Najveće prednosti reinženjeringa su:

- Reinženjering može da smanji rizik razvoja organizacije i da nadoknadi ulaganja u softver.
- Reverzni inženjering poboljšava razumevanje sistema.
- Reinženjering može učiniti softver lakšim za održavanje.
- Povraćaj izgubljenih informacija.
- Olakšavanje ponovnog korišćenja (*reuse*).

Iz ovih razloga reinženjering je bio značajan i tako će verovatno i ostati u izabranom radnom okruženju koje predstavlja ambijent ovog rada, u bliskoj budućnosti. Iskustvo sa reinženjeringom pružiće način da se unapredi razvoj i održavanje softvera. Idealno, napredak u reinženjeringu, razvoju i održavanju smanjiće potrebu za reinženjeringom uopšte.

3.3. Rizici reinženjeringa

Iako je reinženjering često korišćen kao sredstvo za smanjenje rizika i troškova korišćenja i održavanja postojećih softvera, postoje rizici reinženjeringa. Rano otkrivanje rizika pomaže programu i projekt menadžerima u pripremi za procenu i ocenjivanje rizika reinženjeringa softvera i omogućava realna očekivanja.

Kategorije rizika reinženjeringa sažimaju se u tri ključna zahteva: organizacija će da prati projekat do samog završetka, visoka sposobnost i posvećenost zaposlenih koji su uključeni sa tehničke strane i postojanje informacija neophodnih da se izvede zadatak.

Reinženjering i restrukturiranje mogu da poboljšaju postojeći program, ali ako je osnovni model sistema loš ili je vremenom propao, ove tehnike neće imati velikog uticaja na njihovo veliko poboljšanje.

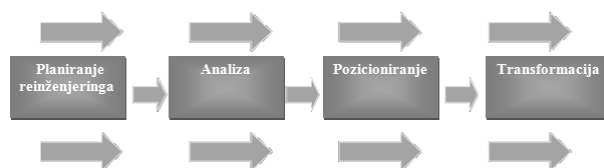
Rizik predstavlja procenjivanje mogućnosti trenutne tehnologije reinženjeringa, pri čemu alat sa procenjenim mogućnostima ili ne podržava neki zadatak reinženjeringa ili se ne koristi na efikasan način. Nemogućnost iskazivanja troškova takođe predstavlja rizik. Nedostatak zainteresovanosti, podrške i posvećenosti visokog rukovodstva česta je pojava prilikom sprovođenja reinženjeringa, jer obično ljudi koji odlučuju o sprovođenju reinženjeringa nisu oni koji će ga zapravo sprovesti. Reinženjering se fokusira na proizvod, ali u skladu sa tim mora da se primenjuje i proces održavanja. Reinženjeringu treba prići s planom, koji može da se ocenjuje i procene rizici.

Reinženjering treba da bude deo dugoročnog programa unapređenja softvera ili održavanja njegovog kvaliteta.

3.4. Osnovne faze procesa ponovnog razvoja

Definisanje konceptualnog modela ponovnog razvoja ima za cilj jasno definisanje osnovnih aktivnosti koje obuhvata ponovni razvoj.

Tri glavne komponente ovog modela su: analiza, pozicioniranje i transformacija. (Slika 2)



Slika 2. Osnovne faze procesa ponovnog razvoja

Analiza omogućava poređenje modela kojima je opisan budući sistem i modela postojećeg sistema.

Pozicioniranje je postalo ključna komponenta dugoročnih migracionih strategija.

Različite aktivnosti pozicioniranja (promena jezika, restrukturiranje izvornog kôda programa, migracija i eksternalizacija podataka, i dr.) imaju zajedničku osobinu da unapređuju kvalitet postojećih sistema bez uticaja na njihovu funkcionalnost ili osnovnu arhitekturu na kojoj su ti sistemi izgrađeni.

Dok se pozicioniranje usredsređuje na kratkoročne potrebe održavanja, transformacija podržava strateške ciljeve. Transformacija je prirodna posledica procesa planiranja i pozicioniranja.

4. FUNKCIONALNOST I KORISNIČKI INTERFEJS APLIKACIJE ZA PODRŠKU UPRAVLJANJA LJUDSKIM RESURSIMA U OKVIRU POSTOJEĆEG SISTEMA

4.1. Modelovanje podataka, baza podataka i razvoj aplikacije

Postojeći sistem razvijen je kao VFP rešenje.

VFP je objektno orijentisan (OO) i proceduralni programski jezik orijentisan na podatke proizveden od strane Microsoft-a [5].

FoxPro potiče iz klase jezika obično zvanih *xBase* jezici, jer im je sintaksa zasnovana na *dBase* programskim jezicima. VFP sadrži *Integrated Development Environment* (IDE) kao softversku aplikaciju koja obezbeđuje sadržajne objekte za razvoj softvera. Prilikom kreiranja baze podataka, VFP kreira i otvara *DataBase Container* (.dbc) fajl ekskluzivno. .dbc je ekstenzija fajla za fajl baze podataka koji koristi VFP. [6] Fajl baze podataka skladišti sve informacije o bazi podataka, uključujući nazive fajlova i njihove detalje. Putem formi u okviru VFP-a za razvoj formi aplikacije definiše se način na koji se prikazuju i prihvataju podaci.

4.2. Korisnički interfejs aplikacije

Forme su podeljene po panelima, gde je na prvom panelu omogućen pregled po slogu, a na drugom panelu dat tabelani prikaz. Ovo je koncept koji je korišćen na svakoj formi. Ažuriranje i upravljanje podacima realizovano je putem odgovarajućih ikonica.

Na slici 3 prikazana je forma pregleda pripadnosti organizacionih jedinica (OJ) u odnosu na to da li je izabrana nadređena ili podređena drugim OJ. Ova forma ne daje prikaz kakav bi korisnicima u toku rada bio potreban, već se putem dugmeta za listanje redova dobija prikaz "slog po slog". Prikazana forma je jedna od formi koja je u pogledu izgleda pretrpela veće promene u novom rešenju.

Slika 3. Forma šifarnika

U okviru aplikacije, nalazi se podmeni sa pregledom dostupnih izveštaja. Odabirom određenog izveštaja, otvara se forma za unos parametara izveštaja. Prikaz forme za unos parametara i liste vrednosti za, konkretno, OJ dat je na slici 4.

Slika 4. Forma za unos parametara izveštaja

5. FUNKCIONALNOST I KORISNIČKI INTERFEJS NOVE APLIKACIJE ZA PODRŠKU UPRAVLJANJA LJUDSKIM RESURSIMA

Nova aplikacija realizovana je kao nezavisna softverska komponenta. Aplikacija ima kao glavni zadatak predstavljanje i upravljanje sadržajem tabela baze podataka.

Za obavljanje ovog zadatka uvedene su standardne forme, slične kao i u postojećem sistemu.

5.1. Standarde forme za upravljanje podacima

Standardna forma ima zadatak da obezbedi izvršavanje osnovnih operacija nad podacima: pregled i ažuriranje podataka.

U odnosu na prikazanu formu Pripadnost organizacione jedinice prikazanu u poglavlju 4.2, na slici 5 prikazana je forma novog rešenja.

Slika 5. Forma Pripadnost organizacione jedinice

Na formi je postavljen okvir sa spiskom OJ. Odabirom OJ sa spiska, u tabeli sa grid pregledom sa desne strane prikazuju se OJ koje su nadređene izabranoj OJ. Osim ovoga, veoma je bitan pregled prema podređenosti OJ, pa se klikom na dugme Podređene dobija pregled OJ koje su podređene izabranoj OJ.

Ažuriranja se realizuju putem dugmadi Sačuvaj i Izmeni.

Forma poseduje mogućnost pretrage i ovo je jedno od osnovnih poboljšanja koja su uvedena.

Izveštaji su dostupni i u novom rešenju i pozivaju se unošenjem parametara kroz formu na isti način kao i u postojećem rešenju. Putem *toolbar*-a, osim navigacije, omogućena je pretraga, zumiranje, predaja i štampanje izveštaja, tako da korisnik može da radi sa izveštajem. Na slici 6 prikazan je pregled jednog izveštaja.

Slika 6. Izveštaj

Primenjeni tip reinženjeringa je poboljšanje softverskog proizvoda koji podrazumeva zadržavanje postojećih funkcionalnosti u potpunosti i implementaciju novih zahteva ili poslovnih funkcija. Kreirani korisnički interfejs obuhvata sve potrebne funkcionalnosti, i one koje su prenete iz postojećeg sistema, i one koje su dodate kao poboljšanja u novoj aplikaciji.

6. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

Bitan korak u upotrebi modernizacije softverskih sistema jeste da menadžment vrednuje sistem u smislu poslovnih mogućnosti podrške Sektora za informacione tehnologije.

6.1. Modelovanje podataka

U razvoju novog IS projektovana je konceptualna šema korišćenjem koncepta *Entity Relationship* (ER) modela

podataka. Projektovanje ove šeme realizovano je kako bi se sistem adekvatno razvio prema modelu celokupnog sistema. Za formiranje modela korišćen je alat *Sybase PowerDesigner 16.5*, i to, putem opcije za reverzni inženjering.

Konceptualna šema postojećeg sistema nije sačuvana ni u jednoj formi. Projektna dokumentacija postojećeg rešenja nije mogla da se posmatra kao tačna i validna, jer je rešenje tokom dugog perioda korišćenja dorađivano i tabele se, prema tome, bitno razlikuju u odnosu na dokumentovano.

Eksterne šeme projektovane su polazeći od konačne konceptualne šeme. Takođe, prilikom projektovanja uzete su u obzir i postavke transakcionog programa postojećeg rešenja.

6.2. Šema/podšeme relacije baze podataka

U okviru implementacionog projektovanja baze podataka isprojektovana je implementaciona šema i podšeme. Projektovanje implementacione šeme vrši se prevođenjem konceptualne šeme. Implementaciona šema definisana je u relacionom modelu podataka. Podšeme isprojektovane su na osnovu implementacione šeme i na osnovu eksternih šema.

SQL opis šeme baze podataka dobijen je na osnovu specifikacije implementacione šeme baze podataka.

6.3. Baza podataka

Kao jedan predstavnik relacionog sistema za upravljanje bazom podataka (RSUBP), korišćena je *Microsoft SQL Server* baza podataka, verzija 2005.

Za rad sa SQL bazom podataka korišćen je alat *Microsoft SQL Server Management Studio* (SSMS). SSMS je integrisano okruženje za pristup, konfigurisanje, upravljanje, administraciju i razvoj svih komponenti SQL Servera.

6.4. Preuzimanje podataka

Preuzimanje podataka predstavlja migraciju podataka iz postojećeg u ciljnu sistem. Podaci su u postojećem rešenju smešteni u .dbf fajlove. Inicijalno je odrađena predaja podataka putem DBF *Viewer* 2000 softvera.

Predaja podataka realizovana je putem opcije ovog alata za predaju u XLS (excel) fajl. Formirani excel fajlovi učitani su u bazu podataka posebno formiranu kao pomoćnu za preuzimanje podataka u ciljnu bazu podataka. Kreirana je posebna procedura za preuzimanje podataka iz excel fajlova.

Usled promena u šemi baze podataka, za tabele koje nemaju isti opis kao u postojećem sistemu, proces preuzimanja podataka u ciljnu bazu podataka morao je da bude proširen tako što su namenski kreirane procedure za preuzimanje podataka u novu bazu podataka iz pomoćne. Problemi sa podacima prilikom reinženjeringa mogu se podeliti u tri klase: problemi modela baze podataka, problemi definicije podataka i problemi vrednosti podataka.

Problemi vrednosti podataka koji su se javili prilikom preuzimanja podataka su sledeći:

- tabele čiji podaci nisu na raspolaganju,
- obeležja koja su u postojećem sistemu bila NULL, a u novom su definisana kao NOT NULL,
- obeležja koja ne postoje u tabelama postojećeg sistema,

- karakteristično obeležje redni broj (RB) koje ne postoji u tabelama postojećeg sistema i
- format datuma.

Za prenos podataka iz starog u novi sistem morao je biti utvrđen plan migracije.

6.5. Alati za razvoj aplikacije

Aplikacija je razvijena upotrebom alata *Microsoft Visual Studio 2005*. Izgrađena je nad projektovanom šemom baze podataka u .NET okruženju. Izabrani OO jezik za programiranje u ovom radu je C#.

Za kreiranje izveštaja korišćen je *Microsoft SQL Server Reporting Services*. Prikaz izveštaja dostupan je putem *Report Server* projekta koji je uključen u SQL Server 2005 i takođe integrisan sa *Visual Studio 2005* projektima.

7. ZAKLJUČAK

Korišćenim pristupom ostvareno je nekoliko ciljeva: migracija sistema na novu platformu, proširenje njegovih mogućnosti i ispravljanje uočenih nedostataka.

Sistem evidencije ljudskih resursa prirodno je povezan sa sistemom knjigovodstva zarada, koji predstavlja *outsourcing software*. Razvijen sistem bi u perspektivi trebalo da bude u interakciji sa navedenim softverskim proizvodom kroz postavljanje adekvatnih izveštaja.

U daljem radu na podešavanju performansi sistema, vršila bi se poboljšanja izgleda dobijenih ekranskih formi.

Na podešavanju aplikacije bi se dalje radilo na validaciji prilikom ažuriranja podataka.

Kao kontrola korišćenja pojedinih podataka koji su označeni kao visoko poverljivi, može da se razmotri uvođenje transakcionog loga.

4. LITERATURA

- [1] Jelić M, *Klijentska aplikacija za podršku upravljanju ljudskim resursima – Vizija*, Prva verzija, 2013.
- [2] Nierstrasz O, Ducasse S, Demeyer S, *Object-oriented Reengineering Patterns An Overview*, <http://scg.unibe.ch/archive/papers/Nier05dReengineeringPatterns.pdf>
- [3] Jacobson I, Lindström F, *Re-engineering of Old Systems to an Object-Oriented Architecture*, 1991.
- [4] Sneed H, *Economics of Software Re-engineering*, Journal of Software Maintenance, Research and Practice, Vol.3, No.3
- [5] *Visual FoxPro*, http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_FoxPro
- [6] *DBC file format*, <http://whatistechtarget.com/file-extension-list>
- [7] *Introducing SSMS*, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms174173.aspx>
- [8] Aebi D, Largo R, *Methods and Tools for Data Value Re-Engineering*, Institut für Informationssysteme, Zürich, Switzerland

Kratka biografija:



Milica Jelić rođena je u Subotici 1987. god. Fakultet tehničkih nauka upisala je 2006. god. Bečelorski rad iz oblasti Informaciono-upravljački i komunikacioni sistemi odbranila je 2010. god. Master rad iz oblasti Primenjene računarske nauke i informatika odbranila je 2013. god.

UREĐAJ ZA SIMULACIJU VIŠE VRSTA SENZORA „MULTI-SENZOR SIMULATOR MSS-1010“

DEVICE FOR SIMULATION MANY KIND OF SENSORS “MULTI-SENSOR SIMULATOR MSS-1010”

Marin Radak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U izlaganju se govori o simulaciji različitih vrsta senzora, a zatim i o konstrukciji i realizaciji jednog takvog simulatora. Zatim sledi prikaz hardverske strukture realizovanog simulatora potom i prikaz softvera napisanog namenski za taj uređaj. Nakon toga sledi prikaz dobijenih vrednosti i prikaz greške merenja a zatim diskusija na temu poboljšanja kvaliteta generisanog signala.

Abstract – The aim of this presentation is to give a review about simulation of various types of sensors and about construction and realization one of that sensor simulator. Additionally, it gives as review about hardware structure of released simulator and then review about software especially designed for this device. After that, it gives as review with a result of measurement with error and discussion about possible improvement of signal quality.

Ključne reči – Senzor simulator, akcelometri, IEPE senzori, mikroprocesori

1. UVOD

Simulacija je imitacija rada procesa ili sistema iz stvarnog sveta u toku vremena. Pre početka simulacije potrebno je napraviti model. Ovaj model predstavlja ključne osobine, ponašanja i funkcije, odabranog fizičkog ili apstraktnog sistema ili procesa. Model predstavlja sam sistem a simulacija njegovo delovanje tokom vremena.

Simulacija se koristi u mnogim situacijama, kao što su: simulacije tehnologije za optimizaciju performansi, sigurnosti, inženjering, testiranje, obuku, obrazovanje, video igre. Simulacija može da se koristi za prikaz eventualnog realnog efekta alternativnog stanja i toka događaja.

Može se koristiti i kada se testiranja u realnom sistemu ne mogu obaviti ili kada ti sistemi još ne postoje.

U našem slučaju radimo simulaciju senzora da bismo testirali alarme ne kojima zaštitni sistemi treba da odrade određene operacije. Da nemamo senzor simulator ovo bismo mogli da postignemo samo dovođenjem celog sistema u kritičnu situaciju i posmatranjem ponašanja istog kada se nađe u toj situaciji. Međutim, korišćenjem senzor

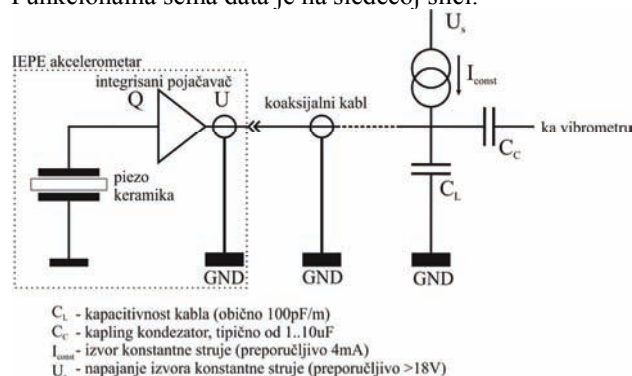
simulatora cela operacija se obavlja pre svega bezbedno za ceo sistem jer se stvarne situacije samo simuliraju.

Senzori koji se simuliraju našim uređajem su akcelometri, senzori broja obrtaja i senzori za merenje protoka fluida. Najčešći tipovi akcelometara su IEPE akcelometri i tzv. charge akcelometri.

IEPE akcelometri jesu narašireniji tip akcelometara prisutan na tržištu. To su akcelometri sa već fabrički ugrađenim prepojačalom. On radi pretvaranje visokomskog nabojnog signala iz piezo-keramičkog pretvarača u nisko-omski naponski signal koji može da se prenosi na velike udaljenosti. Drugi nazivi za ovaj standard su ICP®, CCLD, Isotron®, Deltratron®, Piezotron®.

Aktivni deo akcelometra predstavlja piezoelektrični materijal. Princip rada zasniva se na piezo-električnom efektu kompresovanog diska. Kompresovani disk izgleda kao kondenzator sa piezokeramičkim materijalom između dve elektrode. Sila koja deluje normalno na disk utiče na proizvodnju naelektrisanja i napon na elektrodama.

Unutrašnje kolo napaja se preko izvora konstantne struje koji može biti deo instrumenta ili zaseban uređaj. Vibracioni signal šalje se nazad na napajanje kao modulirani napon oko biasa. I struja za napajanje i vibracioni signal šalju se preko istog koaksijalnog kabla koji može da bude dugačak i nekoliko stotina metara. Funkcionalna šema data je na sledećoj slici.



Slika 1. Šema spajanja IEPE akcelometra

Konstantna struja treba je u rasponu od 2mA do 20mA (ne treba mešati ovaj standard sa standardom 4mA do 20mA). Što je konstantna struja manja to je veća izlazna impedansa a samim tim i podložnost elektromagnetnom zračenju. Konstantna struja od 4mA predstavlja dobar kompromis u većini slučajeva.

Napon biasa, DC izlazni napon za senzor u nepobuđenom stanju, tipično iznosi od 12V do 14V. Zavisi i od strujnog izvora i temperature. Izlazni signal akcelometra osciluje

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Zoran Mitrović, vanr. prof.

oko napona biasa i nikada ne može biti negativan. Gornja granica signala limitirana je naponom izvora konstantne struje. Taj napon trebao bi da bude između 24V i 30V. Donja granica signala limitirana je integrisanim pojačavačem.

Prednosti IEPE akcelerometara su: fiksna osetljivost nezavisna od dužine kabla i njegovog kvaliteta, zbog niske izlazne impedanse signal može da se šalje na velike udaljenosti, jeftini kondicioneri i kablovi, jednostavna samotestirajuća funkcija (proverom napona biasa), dobro podnose prašinu i vlažnost.

Mane IEPE akcelerometara su: potreba za izvorom konstantne struje, konstantan izvor šuma, gornja temperaturna granica je manja od 120°C zbog integrisane elektronike.

Ukoliko merimo na visokim temperaturama i imamo potrebu za minijaturnim senzorima charge akcelerometri predstavljaju dobar izbor. Charge senzori, za razliku od IEPE senzora, ne zahtevaju izvor konstantne struje i u sebi sadrže samo piezo-keramički materijal i seizmičku masu. Princip generisanja signala isti je kao kod IEPE senzora samo u njemu ne dolazi do pretvaranja u naponski signal nego izlaz čini električni naboj, odnosno, naelektrisanje. Zbog toga je neophodno da se negde napolju, na maloj udaljenosti od senzora, nalazi pojačavač naboja (charge amplifier) koji će signal sa charge akcelerometra pretvarati u naponski ili strujni signal pogodniji za dalju obradu i akviziciju.

Prednosti charge akcelerometra su: nepotrebno napajanje – idealni su za baterijske uređaje, nema šuma, rezolucija merenja veća, veća dinamičnost odziva, veće radne temperature, manji senzori.

Mane charge senzora su: kablovi ne mogu biti duži od 10m, kablovi moraju biti specijalni sa niskim šumom, potreban je pojačavač naboja za konverziju signala.

Senzori brzine i protoka na svom izlazu obično daju povorku impulsa čija je frekvencija zavisna od broja obrtaja odnosno protoka. Ovaj uređaj namenjen je za simulacija baš tih senzora. U zavisnosti od zadatog broja obrtaja u minuti na izlazu ovog uređaja pojaviće se signal proporcionalan toj frekvenciji. U pitanju je povorka četvrtki TTL nivoa koja za u visokom stanju ima 5V a kada je signal na niskom stanju 0V.

2. REALIZACIJA

Realizaciju hardvera možemo podeliti u više delova koji zajedno čine jednu celinu. Tu spadaju: procesorski deo, integrisani punjač, prekidač i napajanje operacionih pojačavača, digitalni potencijometar i niskopropusni filter, mV i IEPE izlazi, TTL i OSO izlazi, BOV tester, USB komunikacija i konektori za periferije.

Srce sistema senzor simulatora MSS-1010 čini mikroprocesor iz familije Atmel mikročipova. U pitanju je RISC mikroprocesor ATmega128A koji radi na frekvenciji od 16MHz i postiže brzinu od 16MIPS-a. Interno je opremljen sa 128KB flash memorije, 4KB SRAM-a i 4KB EEPROM memorije.

Na naponske pinove mikroprocesora postavljeni su pripadajući dekapling kondenzator a na OSC ulaze spojen je kristal na 16MHz.

Napajanje uređaja obavlja se baterijski. Na pločici imamo integrisanu zaštitu od visokog napona (za slučaj da se

iskoriste alkalne baterije umesto punjivih baterija), zaštitu od obrnutog napajanja i strujnu zaštitu. Tri zener diode su postavljene zbog disipacije snage do koje može da dođe ukoliko se na uređaj dovede previše velik ulazni napon. Zavojnica postavljena na ulaz ima funkciju strujne zaštite i osigurača a odabrana je zbog male otpornosti (malog pada napona) i relativno trome reakcije.

Kod napajanja bitno je spomenuti i punjač koji je razvijen sa operacionim pojačavačem povezanim kao komparator TL072. Prag za kopiranje podešava se trimrom, dok traje punjenje upaljena je dioda na samolepljivoj membranskoj tastaturi.

Startovanje uređaja rešeno je "toggle" napajanjem koje radi nezavisno od svega ostalog na pločici. Jedino je napajanje ovog dela šeme vezano direktno za napon na bateriji dok se napajanje ostalih delova šeme spaja preko releja kojim upravlja ovaj deo uređaja.

Napajanje operacionih pojačavača uređeno je preko DCDC konvertora koji ulazni napon od +5V pretvara u $\pm 15V$. Pi filter pre DCDC konvertora ima ulogu da spreči vraćanje šuma nazad u sistem pošto se sa istim napajanjem napaja kako mikroprocesor tako i digitalni potencijometar koji direktno utiče na izlazni signal.

Korišćeni digitalni potencijometar je Dallas DS1267. U pitanju je dupli digitalni potencijometar kojim se upravlja preko SPI komunikacije a rezolucija svakog pojedinačno iznosi 256 koraka. Isti se nalazi se u 16-pinskom SOIC kućištu, a otpornost mu je 50Kohm-a po potencijometru. SPI komunikacija odvija se preko tri linije a moguće je, po potrebi, vezati više uređaja u lanac i tako upravljati svim potencijometrima preko jednog čipa. Ugrađene funkcije omogućavaju postavljanje i iščitavanje položaja klizača svakog potencijometra.

Filter koji koristi senzor simulator je dvotsruki filter drugog reda projektovan programom FilterWizard. Filter je propusnik niskih učestanosti i ima ulogu da eliminiše visoku frekvenciju koju generiše PWM generator. Kako se naša sinusoida dobija iz PWM, potrebno je taj harmonik nekako eliminisati a to smo uradili ovakvim filterom.

Deo za generisanje mV i IEPE napona sastoji se od jednog neinvertujućeg pojačavača i jednog bafera. Kako kontroler ne može da generiše signal veći od napona napajanja, ovim kolom podižemo nivo signala do gornje granice od 10V. Posle bafera izlaz vodimo na konektor koji se spaja na BNC konektor na prednjem panelu. Za IEPE izlaz je dodato još jedno kolo koje deli IEPE napon koji dovodimo na ulaz i moduliše izlaz u njega.

Deo za generisanje charge izlaza sastoji se od dva jedinična invertujuća pojačavača. Na ulaz kola dovodi se signal koji je povezan na mV izlaz. Dva pojačavača povezana su kaskadno i tako na izlazu imamo dva signala sa smaknutom fazom. Izlaz sa pojačavača dovodi se na konektor na prednjem panelu preko preciznih kondenzatora od 1000pF kako bi na izlazu imali naelektrisanje.

Deo za generisanje TTL i OSO signala sastoji se od dva komparatora od kojih se jedan brine za TTL signal a drugi za diodu koja pravi stroboskopski efekat. Kako je u pitanju signal koji je uvek TTL nivoa i bitna je samo frekvencija, isti se dovodi odmah posle filtera.

BOV tester služi za brzo testiranje senzora merenjem napona biasa. Ukoliko je napon između 8V i 14V može se

reći da je senzor ispravan a ukoliko se napon razlikuje od toga, odnosno, ako je izvan opsega možemo detektovati defekt kod senzora ili kabla. Ovo kolo sastoji se od izvora konstantne struje realizovanog preko LM317 integrisanog kola. Napon se na potrebnih 24V podiže DCDC konvertorom. Napon biasa sa senzora vraća se na analogni ulaz mikroprocesora preko naponskog razdelnika i meri. Na osnovu merenja na ekranu ispisujemo poruku i dajemo vizuelnu indikaciju o stanju senzora.

USB komunikacija obavlja se preko virtuelnog COM porta na računaru. Za vezu je korišten FT232 čip koji na jednom kraju koristi serijsku vezu sa mikrokontrolera a sa druge strane na računar se veže preko USB porta. Napajanje za FT232RL čip dolazi sa računara, odnosno, 5V nepodnoh za funkcionisanje čipa simulator dobija preko data kabla.

Sve periferije (tastatura, displej, led diode) vezane su preko flat kablova i konektora na PCB ploči.

Sve ovo smešteno je u kutiju manjih dimenzija koja već ima unutra i prostor za punjive baterije.



Slika 2. Sklopljeni simulator senzora brendiran za kanadsku firmu Spectrum Instruments

Softver za ovaj uređaj podeljen je u dva odvojena dela i razvijen pomoću dva programska paketa. Softver za mikrokontroler, firmver, koji se nalazi u uređaju, razvijen je u mikroElektronikinom programskom okruženju mikroC, dok je softver zadužen za kontrolu i upravljanje uređajem preko RS232 porta rađen u Borlandovom paketu Delphi 6.

Mimo standardnih programskih paketa i biblioteka korišćene su dodatne biblioteke za Delphi 6. Za kontrolu COM porta i RS232 veze korišćena je biblioteka CommPortDriver. U planu je prebacivanje aplikacije za kontrolu preko računara sa Borland Delphi razvojnog okruženja na Microsoft C# Express 2010 razvojno okruženje koje je besplatno za korišćenje.

Program za mikroprocesor sastoji se od nekoliko većih celina a to su: deo za komunikaciju sa računarom, deo za detektovanje pritiska na tastere za navigaciju kroz menije, osvežavanja sadržaja na ekranu, deo za generisanje signala i upravljanje potencijometrima i deo za kontrolu napona na bateriji koji sprečava generisanje netačnog signala usled ispražnjenosti akumulatora.

Program za računar omogućava sve što omogućava i ručna kontrola ali puno brže i lakše. Na taj način rasterećujemo i procesor jer se sve kalkulacije odrađuju na računaru.

3. REZULTATI TESTIRANJA

Fabričko testiranje sastoji od velikog niza merenja. Prvi niz merenja sastoji se od merenja napona koji se generiše na mV izlazu. U sledećoj tabeli dat je deo merenja koji je izvršen i prikazuje izmerene vrednosti napona na različitim frekvencijama generisanja a posle toga i grafici koji prikazuju zavisnost greške izlaza od frekvencije na kojoj se izlaz generiše. Kako su granice greške za ovaj tip merenja definisane kao $\pm 1\%$, vidimo da uređaj ispunjava ovaj zahtev u svim merenim tačkama.

Tabela 1. Zavisnost napona na mV izlazu od frekvencije

f[Hz]	10mV	100mV	1000mV	10000mV
10	10.08	100.23	997.49	10031.0
50	10.04	100.17	998.86	10041.8
100	10.04	100.21	999.15	10045.2
300	10.05	100.18	998.84	10039.5
500	10.03	100.04	997.51	10020.6
800	10.03	99.61	1001.56	9967.6
1000	10.02	100.02	1009.77	9905.3

Na isti način uradili smo i merenje napona kada je na izlaz spojeno IEPE napajanje. Na ovaj način ispitali smo tačnost simuliranja IEPE senzora. Kako je ovaj izlaz malo specifičniji, maksimalan napon koji može da se generiše na ovom izlazu ne prelazi 6V. Prikazana tabela sadrži izmerene vrednosti napona sa IEPE napajanjem na različitim vrednostima frekvencije. Isto kao i prošli put, posle tabele, dajemo dijagrame koji prikazuju zavisnost greške od frekvencije na kojoj se signal generiše.

Kako su granice greške za ovaj tip merenja definisane kao $\pm 1\%$, vidimo da uređaj ispunjava ovaj zahtev u svim merenim tačkama.

Tabela 2. Zavisnost napona na IEPE izlazu od frekvencije

f[Hz]	10mV	100mV	1000mV	6000mV
10	9.98	100.47	1002.34	6046.4
50	10.05	100.37	1001.80	6043.8
100	10.00	100.51	1002.30	6046.5
300	9.99	100.52	1001.90	6041.1
500	9.99	100.25	1000.30	6024.5
800	9.91	99.90	1004.90	6012.3
1000	9.90	100.33	1005.50	5992.4

4. ZAKLJUČCI

Konstruisan je uređaj koji na sebi ima sve potrebne kontrole, vizuelni prikaz preko LCD displeja, USB konektor za vezu sa PC računarom, ON/OFF taster, i konektore za spajanje više periferija. PC aplikacija poseduje takođe sve potrebne kontrole, a većina stvari je automatizovana, pa se korisniku ostavlja malo prostora za grešku.

Ovako kompletan uređaj već je komercijalizovan i našao je svoje mesto na tržištu.

Što se tiče mogućih pravaca za dalji razvoj, postoji nekoliko ideja koje bi se mogle implementirati u neki naredni uređaj, ukoliko se pokaže potreba za tim. Pre svega mogla bi se promeniti kutija, da se umesto plastične kutije koristi metalna koja bi bila bolji izolator od spoljnih smetnji, odnosno elektromagnetnog zračenja.

Takođe, na pločici bi mogli dodati bafere između digitalnih potencijometara i rasteretiti kola. Dalje, stabilizacija napona mogla bi da se uradi na bolji način od trenutnog ali se nameće pitanje da li je to potrebno i opravdano. U sledećoj reviziji planira se odvajanje svakog izlaza malim relejom kako bi se izlazi mogli generisati potpuno nezavisno što je u našoj trenutnoj izvedbi moguće polovično. Takođe, u planu je omogućavanje ažuriranja softvera u samom uređaju što u trenutnoj verziji nije podržano.

Kratka biografija:



Marin Radak rođen je u Subotici 1986. god. Diplomski-master rad odbranio je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Instrumentacija i merenja.

5. LITERATURA

- [1] Allan G. Piersol, Thomas L. Paez, "Harris' Shock and Vibration Handbook", USA, McGrawHill, 2010
- [2] http://www.mmf.de/iepe_standard.htm
- [3] http://www.new.mmf.de/piezoelectric_principle.htm
- [4] <http://www.spaceagecontrol.com/calcsinm.htm>
- [5] User manual MSS-1010, North Protection, 2013
- [6] <http://en.wikipedia.org/wiki/Simulation>

PRAĆENJE PROMENA SADRŽAJA I PRAVA PRISTUPA FAJLOVA**MONITORING OF FILE CONTENT AND ACCESS CONTROL CHANGE**

Novica Stuparević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu razmotren je značaj praćenja promena sadržaja i prava pristupa fajlova sa aspekta sigurnosti.

Abstract – This thesis discusses importance of monitoring file content and access control changes from security perspective.

Ključne reči: *Audit trail, log, monitoring, file integrity, prava pristupa*

1. UVOD

Danas se skoro sva preduzeća oslanjaju na IT infrastrukturu pri obavljanju svakodnevnih poslova. U zavisnosti od veličine preduzeća, IT infrastruktura može da se sastoji od mnoštva servera, uređaja, aplikacija i drugih elemenata koji su često meta spoljašnjih ali i unutrašnjih napada (*malware attacks*) i predstavljaju veliki sigurnosni rizik.

U okviru IT infrastrukture, svi zaposleni pripadaju jasno definisanim grupama korisnika, koje imaju različita prava, definisana *security* politikom firme. U zavisnosti od toga kojoj grupi korisnika pripadaju, zaposleni imaju različita prava pristupa delovima IT mreže i njenim resursima.

Nekada se može dogoditi da neko prekorači svoja prava, da obriše posebno važan fajl, da menja ili pristupa nekom fajlu iako nema prava na to. U slučaju dešavanja ovakvog incidenta, potrebno je znati odgovore na sledeća pitanja:

- Ko je to uradio?
- Kada se to desilo?
- Da li je to urađeno namerno ili slučajno ili je kvar na sistemu koji bi mogao da se ponovi?
- Da li je napad došao iznutra ili spolja?
- Da li imamo dokaze za to?

Sistem administrator treba da bude spreman da odgovori na prethodna pitanja. U tome mu može pomoći *logging & auditing*.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA**2.1 Logging & Auditing**

Najvažniji razlozi zbog kojih se *logging & auditing* smatraju kritičnom komponentom dobro osmišljenog i sigurnog sistema su [2]:

Survivability and securability: Logovi su ključni za oporavak i utvrđivanje šta je pošlo naopako i definisanje strategije za sprečavanje takvih propusta u budućnosti.

NAPOMENA:

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

Bug fixing: Logovi su efikasan alat u otklanjanju grešaka u aplikacijama. Bez logova, pronalaženje i otklanjanje grešaka može biti teško, ako ne i nemoguće, jer ih je teško reprodukovati.

Health and performance monitoring: Velike aplikacije, kojima za završetak nekog zadatka treba dosta vremena, obično koriste log mehanizam da pokažu svoje aktivnosti i napredak.

Compliance: U skorije vreme pojavili su se propisi i standardi koji zahtevaju određen nivo *audit* tragova. Kompanije koje ne pružaju zahtevani nivo audit tragova mogu biti kažnjene zbog kršenja zakona.

Accountability and Non-repudiation: Važno je osigurati odgovornost korisnika koji su obavili ili aktivirali neke akcije i obezbediti dokaze, tako da oni ne mogu da poreknu svoje postupke.

Forensic Value: Dobro održavanje i rukovanje *audit* tragovima, je izuzetno vredno kad se “gone” počinio upada u IT infrastrukturu kompanije. Logovi mogu biti od neprocenjive važnosti za istragu incidenta, kako bi se tačno utvrdilo šta se desilo, kako i kada se to desilo. Te informacije mogu biti od koristi za sprečavanje budućih napada otklanjanjem bezbednosnih rupa koje su iskorišćene za napad.

Psychological Value: Zbog svih gore navedenih razloga (posebno poslednja dva), efikasan logging podsystem, koji ne može lako biti kompromitovan, može da obeshrabi napadače, tako što će ih brinuti da će njihov napad biti otkriven i da će ostaviti trag koji će da vodi do njih. To ih može navesti da odustanu od napada. Ovo posebno važi za insajder napade, gde su *audit* tragovi mnogo vredniji za istražitelje i daleko više optužujući za počinioča.

2.2 Šta treba, a šta ne treba upisivati u log?

Za svaki događaj (*event*) koji se desio i koji pratimo, minimum informacija koje bi trebalo da budu upisane u log file su: datum i vreme događaja, ko je izazvao događaj, koja je akcija pri tome izvršena i nad kojim fajlom [1].

Opšte pravilo je da svaka informacija, koja je poverljiva, ne treba biti upisana u log, ni u obliku teksta, ali ni u šifriranom obliku. Takođe bi trebalo izbegavati logovanje čitavih tabela iz baze podataka ili izvornog koda [3].

2.3 Gde bi trebalo čuvati logove?

Osnovni uslov za čuvanje logova je da lokacija na kojoj se logovi nalaze bude osigurana. To podrazumeva da postoji adekvatna kontrola pristupa, kako bi se sprečilo neovlašćeno manipulisanje log fajlovima, npr. direktnim editovanjem log fajlova u nekom tekst editoru. Imajući

ovo u vidu, opšta preporuka je da se log fajlovi čuvaju na posebnom, udaljenom log serveru, eventualno i na odvojenom VLAN-u. Sve izmene na udaljenom log serveru se moraju obavljati preko bezbednosnih kanala.

2.4 Logging problemi

Pošto je logging veoma važan po bezbednost, pri kreiranju i implementaciji logging podsistema treba obratiti pažnju na sledeće [2]:

Denial of Service: Pošto logging podsistem obično sve logove čuva u nekom skladištu podataka, izuzetno je važno da se obezbedi da se prostor u tom skladištu ne potroši. U suprotnom može doći do uskraćivanja servisa (*denial of service*). Prostor na disku ne sme preći fiksnu kvotu. Ovo se može postići tako da se logovi pišu iznova kada se dostigne maksimum.

Log Wiping: Svi log fajlovi treba da imaju takvu kontrolu pristupa, da ne mogu biti obrisani od strane napadača. Čuvanje log fajlova na posebnom serveru, kao što je spomenuto, se smatra dobrom praksom. Međutim, čak i privilegija razdvajanja, gde aplikacije nemaju pravo upisa u log fajlove, može ublažiti rizik.

Log Bypass: Tipičan log *bypass* napadi pokušavaju da preplave logging podsistem logovima, tako da se dostigne maksimalna kvota. Veliki broj sistema će u tome trenutku zaustaviti logovanje u potpunosti, što omogućava da sve buduće akcije prođu, a da ne budu upisane u log fajl.

Log Tampering: Napadači mogu pokušati da kompromituju sadržaj log fajlova, da stvore lažne ili zlonamerne log unose.

U dosadašnjoj praksi kao najbolji načini za poboljšanje bezbednosti logging podsistema se pokazalo sledeće [2]:

Configuration Management: Veoma je važno da logging podsistem bude dobro konfigurisano, da administratori imaju mogućnost da podešavaju parametre kako oni žele.

Archiving: Arhiva log fajlova, između ostalog, može biti posebno važna za otkrivanje početka napada. Zbog toga je bitno da bude smeštena u spoljašnja skladišta i da bude adekvatno zaštićena.

Digital Signatures: Za aplikacije koje imaju visoke bezbednosne kriterijume i koje se u velikoj meri oslanjaju na *audit* tragove, preporučljivo je da postoji dokaz da su log fajlovi autentični to jeste da nisu falsifikovani. To se može postići uvođenjem digitalnog potpisa, koji će da se održava na posebnoj lokaciji.

Multiple Log File: Često je najproduktivnije imati više log fajlova za veće aplikacije. Jedna od uobičajenih tehnika je da svaki podsistem ima svoj log fajl. U praksi se najbolje pokazala strategija da se koriste minimum tri log fajla, jedan za *audit* trag, drugi za izuzetne slučaje i treći za opšte slučaje. Ovo pomaže programeru ili istraživaču incidenta da lakše izoluju i uoče grešku.

Logging at Different Layers: Najbolje je da se loguje svaki sloj aplikacije kada je to moguće. Na primer *web* server, aplikativni server, server baze podataka itd.

Easy to Use API: Na kraju, ako se već pravi logging podsistem, važno je da bude lak za korišćenje, jer ako nije lak za korišćenje, neće se ni koristiti.

2.5 Auditing

Auditing bi trebalo da identifikuje napade, uspešne ili neuspešne, koji predstavljaju pretnju po mrežu ili resurse koji su u okviru *security* politike označeni kao važni. On

treba da omogući sistem administratorima da sve te događaje i individualne akcije, koji su od značaja za sigurnost sistema, prate i snimaju. Primarna svrha *auditing*-a je da omogući rekonstrukciju događaja koji su doveli do incidenta. On treba da obezbedi dokaze da korisnik, koji je izazvao incident, odgovara za to, odnosno da ne može da porekne da je on to uradio. Njegova sekundarna svrha je zastrašivanje [6].

Jedna od najvažnijih stvari za koju se koriste log fajlovi iz bezbednosne perspektive je formiranje *audit* traga (*audit trail*). Audit trag predstavlja dokaz o aktivnostima korisnika, o tome kako oni koriste sistem. Puni značaj audit tragova je u njihovoj reviziji, tj. njihovom periodičnom ispitivanju. Ta revizija se može uraditi ručno i automatski [6].

Ručni pristup ima prednost što je veoma precizan i fokusiran. On međutim imaju tendenciju da bude veoma skup, zbog cene radnog sata radnika koji radi na reviziji i zbog činjenice da većina realnih sistema generiše na hiljade logova svakih sat vremena. Samim tim obim podataka koji se mora obraditi je veoma veliki, i radnici često ne mogu da se izbore sa tim.

Automatska analiza se sve češće upotrebljava. Alati koji rade tu analizu sve više sazrevaju i postaju sve bolji. Najveći problem kod automatske analize je eliminisanje lažnih pozitivnih i lažnih negativnih događaja. Do lažnih uzbuna dolazi kada je neki događaj ili alarm aktiviran, a u stvarnosti se ispostavi da se radi o grešci u log monitoring softveru. Lažni pozitivni događaji obučavaju primaoca alarma da ih ignoriše, sve dok ne dođe do pravog alarma koga ćemo takođe ignorisati. Lažni negativni događaji, na neki način mogu da budu još opasniji, jer spećavaju otkrivanje dešavanja pravih događaja, tako da se može desiti da napad prođe nezapaženo.

U praksi se obično koristi treća opcija, a to je polu-automatski pristup. Ovo obično podrazumeva određivanje konkretnog pojedinca da obavlja log analizu uz pomoć alata kao što su log parseri i analizatori.

2.4 File integrity monitoring

File integrity monitoring (FIM) predstavlja unutrašnju kontrolu ili proces koji obavlja čin validacije integriteta fajlova operativnog sistema i aplikacija. FIM ima ključnu ulogu u detektovanju autorizovanih i neautorizovanih izmena fajlova, promenu njihovog sadržaja ili promenu prava pristupa fajlova [4].

FIM alati vrše proveru integriteta fajla tako što porede trenutnu *hash* vrednost fajla sa njegovom originalnom (*baseline*) *hash* vrednošću i na taj način otkrivaju promene na fajlu. Na osnovu toga koliko često vrše proveru integriteta fajlova, FIM možemo podeliti u dve grupe [5]:

Off-line (randomly): Obavlja proveru integriteta fajlova s vremena na vreme (*time to time*), u zavisnosti od toga kako je definisano politikom same firme. Jedan od najpoznatijih alat ovog tipa je *Tripwire*.

On-line (real-time): Obavlja proveru integriteta fajlova u realnom vremenu.

Postoje alati koji pružaju mogućnost kombinacije ova dva načina. Jedan od najpoznatijih ovoga tipa je *OSSEC*.

File Classificatio: Zbog velikog broja fajlova u sistemima, veoma je važno da se izvrši njihova klasifikacija po važnosti, tj. da se odredi nad kojim

fajlovima i na koji način će se vršiti FIM. Fajlovi se obično dele u tri grupe [5]:

- **High security files:** To su najvažniji fajlovi u sistemu. Za njih je najbolje vršiti FIM u realnom vremenu.
- **Medium security files:** Ovde se nalaze manje važni fajlovi, nad kojima se FIM obavlja periodično. Oni se mogu podeliti u manje grupe, u zavisnosti od toga koliko se često vrši FIM nad njima.
- **Low security files:** U ovu grupu se smeštaju fajlovi koji nisu bitni sa aspekta sigurnosti i nad kojim se ne vrši FIM.

2.5 Opis postojećih rešenja

Operativni sistemi u sebi imaju ugrađene mehanizme za detekciju i evidenciju događaja koji se dese u sistemu. To su **NT Event Log** za **Microsoft Windows** i **Nix** za **Unix platforme**.

Postoji nekoliko stvari na koje treba obratiti pažnju kada se realizuje logging na ovaj način. Prvo, takvi logovi su deljeni resurs za sve aplikacije i komponente operativnog sistema. Zbog toga veličina takvih log fajlova često nije zanemarljiva i kontrolisana je od strane operativnog sistema. Sasvim je moguće da, zbog toga, logovi neke aplikacije budu zamenjeni logovima neke druge aplikacije, što može da prouzrokuje velike probleme. Zbog velikog broja logova, njihova organizacija i revizija predstavlja veliki problem. Veoma je teško rekonstruisati događaj koji je doveo do nekog incidenta, a može se desiti i da nam neki napad promakne ili da ga kasno otkrijemo [1].

Postoji veliki broj **open-source** i komercijalnih aplikacija koje se bave nadgledanjem i evidencijom raznih aktivnosti na sistemu i mreži, koje ispunjavaju i visoke sigurnosne standarde. Te aplikacije mogu da imaju implementirane svoje mehanizme za nadgledanje,

detekciju, evidenciju događaja, ali mogu i da se oslanjaju na mehanizme koje nudi OS. Postoje dva osnovna načina za prikupljanje podataka sa lokalnih računara [7]:

- **Agent based:** na svaki računar se mora instalirati poseban softver (agent), da bi podatke sakupljao lokalno lokalno, obrađivao ih i rezultate slao centralnom serveru. Ovaj pristup obara performanse lokalnih mašina, ali ne utiče na performanse mreže.
- **Agentless:** koristi postojeće mehanizme **monitoring**-a i postojeće softvere instalirane u sistemu kako bi sakupio podatke. On se lako integriše u sistem, koristi centralni servis u obradi podataka i dobar je za mala **enterprise** okruženja. On ne utiče na performanse računara u sistemu, ali veoma opterećuje mrežu.

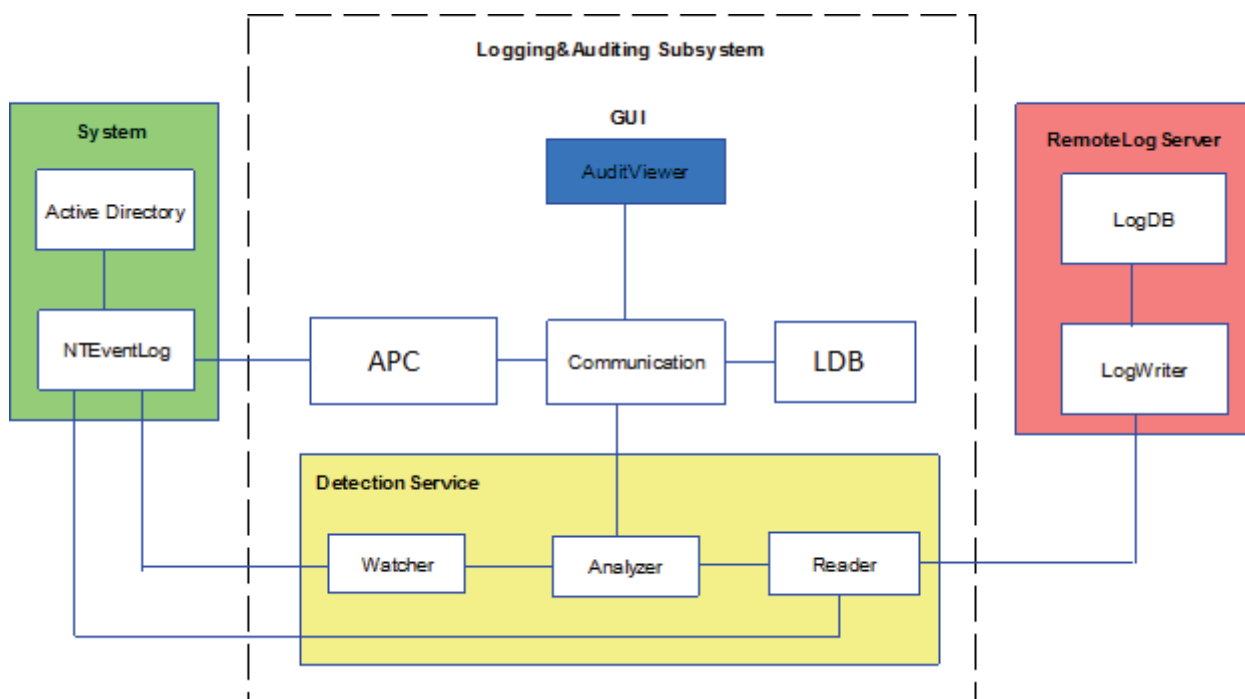
U poslednje vreme, sve je veći broj aplikacija koje koriste kombinaciju ova dva načina. Njihov cilj je da iskoriste sve prednosti oba načina, da bi što više smanjili troškove i maksimalno iskoristili softver koji se već nalazi u sistemu.

3. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Osmišljen je **logging & auditing** podsistem koji je jednostavan za korišćenje i koji koristi sve prednosti koje pruža operativni sistem, tj. koristi sve mehanizme koji se već nalaze u sistemu. Podsistem omogućuje administratorima, da kroz jednostavan grafički interfejs, odrede koje aktivnosti se prate i za koje fajlove. Podsistem te aktivnosti detektuje, obrađuje i rezultate te obrade upiše u odgovarajući **audit** log koji se nalazi na udaljenom serveru.

3.1 Konceptualni model

Osmišljeni podsistem se integriše u sistem i instalira na svaku mašinu. Koriste se sledeće komponente (slika 1): **Active Directory** - tu se nalaze svi korisnički nalozi.



Slika 1. Konceptualni model osmišljenog **Logging & Auditing** podsistema

NT Event Log - vrši detekciju i evidenciju svih događaja koji se dese u **Microsoft Windows 7 OS**.

GUI predstavlja grafički editor, preko koga administratori mogu da pristupaju svim funkcijama aplikacije. Sastoji se iz komponente **Audit Viewer (AV)** za prikaz svih fajlova i akcija nad tim fajlovima, koje se prate na lokalnom računaru i preko koje se podešavaju **audit** pravila za kreiranje **audit** logova za svaki fajl.

LocalDB (LDB) je lokalna baza, koja se nalazi na svakoj mašini. U njoj su smeštene putanje do svih fajlova koje pratimo i pravila (**Audit Rule**) za kreiranje **audit** logova za te fajlove.

Communication je komponenta preko koje sve ostale komponente komuniciraju sa LDB-om i preko koje GUI komunicira sa APC-om.

AuditPolicyChanger (APC) je komponenta preko koje se pristupa **NT Event Log-u** i određuje šta se želi da sistem prati.

Detection Service (DC) je najvažniji deo **Logging & Auditing** podsistema koji vrši detekciju i analizu događaja. Sastoji se iz sledećih komponenti:

- **Watcher** - komponenta koja je zadužena za detekciju događaja.
- **Analyzer** - komponenta koja vrši analizu događaja koji se desio.
- **Reader** - komponenta koja prikuplja sve potrebne podatke o događaju koji se desio i prosleđuje ih na centralni server.

Remote Log Server je udaljeni centralni server na kome se čuvaju log fajlovi. Sastoji se iz dve komponente:

- **Log Writer** - komponenta koja je zadužena za upis podataka o događaju koji se desio u odgovarajući log fajl.
- **LogDB** - predstavlja centralnu bazu podataka, u kojoj se čuvaju zapisi (logovi) o događajima koji su se desili.

Veoma je važno da se sva komunikacije između **Logging & Auditing** podsistema i centralnog servera odvija preko sigurnosnih kanala, zbog zaštite od eventualnih napada, koji su opisani u prvom poglavlju.

3.1 Primena **Logging & Auditing** podsistema

Namena **Logging & Auditing** podsistema je praćenje i evidentiranje u realnom vremenu svakog pokušaja (uspešnog ili neuspešnog): brisanja fajla, promene njegovog sadržaja ili prava pristupa. Ovaj podsistem je pre svega namenjen za praćenje najvažnijih fajlova u sistemu (**high security files**). To su obično fajlovi čije bi kompromitovanje moglo da prouzrokuje veliku štetu.

Zbog toga što skuplja sve logove sa svih računara u sistemu na jednom mestu, grupiše ih u tabele i pruža mogućnost da se ti logovi jednostavno i brzo filtriraju i sortiraju, značaj i primena ovoga podsistema su veoma veliki.

Pomoću ovog podsistema moguće je delovati preventivno, tako da se redovnom revizijom logova uoče neuspešni napadi na neke fajlove i da spreče ti napadi pre nego što postanu uspešni.

Pored preventivne uloge, ovaj podsistem ima veliku primenu i ulogu u slučaju kada dođe do nekog incidenta, tj. nakon napada. Pomoću ovoga podsistema, analizom izgenerisanih logova se može ustanoviti šta se dogodilo,

ko je izvršio napad, kako je to uradio i, što je najvažnije, za to postoje dokazi u vidu audit tragova.

4. ZAKLJUČAK

Logging & Auditing subsystem u okviru koga je implementiran **file integrity monitoring** obezbeđuje:

- Jednostavan **GUI** preko koga administratori mogu vrlo lako da odrede koje fajlove žele da prate i da podeše **audit** pravila za kreiranje **audit** logova za te fajlove.
- Lokalnu bazu podataka u kojoj se nalaze svi podaci o praćenim fajlovima.
- **Detection Service** koji detektuje svaku promenu na nadgledanim fajlovima (**File integrity monitoring**).
- Centralizovanu log bazu podataka, gde se čuvaju logovi sa svih lokalnih računara u sistemu.

Ovaj podsistem predstavlja veoma dobru osnovu za obavljanje forenzičke analize logova, jer se logovi sa svih mašina nalaze na jednom mestu i to samo logovi fajlova koji su odabrani da se prate.

Implementirani podsistem se instalira na svakom računaru u sistemu. On obavlja detekciju i analizu događaja na svakom računaru u realnom vremenu. To mu ujedno predstavlja i najveću manu, jer to dosta utiče na performanse celokupnog sistema.

Logging & Auditing subsystem je moguće proširiti sistemom za alarmiranje i obaveštavanje. To proširenje bi omogućilo da, kada se detektuje neka kritična izmena na nekom važnom fajlu, dođe do automatskog aktiviranja nekog alarma i/ili slanja obaveštenja administratoru o tome šta se dogodilo.

5. LITERATURA

- [1] **Darril Gibson, SSCP - Systems Security Certified Practitioner All-in-One Exam Guide Chapter 10**
- [2] **Logging & Auditing**, codesecurely.org
- [3] **MSDN Architecture Center**,
<http://msdn.microsoft.com/en-us/architecture/aa480484.aspx>
- [4] **Tripwire, File Integrity Monitoring: Compliance and Security for Virtual and Physical Environments**
- [5] **Faculty of Computer Science and Information Tehnology Universiti Putra Malaysia, Towards a Dynamic File Integrity Monitor through a Security Classification**
- [6] **Audit trail**,
http://en.wikipedia.org/wiki/Audit_trail
- [7] **Agent or agentless monitoring**,
<http://www.networkworld.com/newsletters/2005/0606nsm2.html?page=1>

Kratka biografija:



Novica Stuparević rođen je 1988. godine u Tuzli. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2006. godine. Diplomirao je 2011. godine na usmerenju Primenjene računarske nauke i informatika.

**АУТОМАТСКО ПОДЕШАВАЊЕ ПАРАМЕТАРА ПИ РЕГУЛАТОРА ПРИМЕНОМ
MENTA ПРОГРАМСКОГ ОКРУЖЕЊА****AUTOTUNING PI CONTROLLER USING THE MENTA PROGRAMMING
ENVIRONMENT**

Немања Ратић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај: У овом раду описан је поступак за аутоматско подешавање параметара ПИ регулатора. Циљ рада јесте да се прикажу теоријска и практична обрада појма ПИД регулатора заједно са методама за његово самоподешавање. Пројектовање алгоритма регулатора је одрађено у програмском окружењу TAC Menta.

Abstract: This paper describes how to automatically adjust the parameters of PI controller. The aim of this paper is to present the theoretical and practical treatment of the term PID controller together with methods for its self-tuning. Controller design algorithm is done in the TAC Menta programming environment.

Кључне речи: ПИ регулатор, ауто-тунер, рекурзивни метод најмањих квадрата са фактором заборављања λ .

1 УВОД ^{[1][3]}

ПИД управљање и даље заузима централно место у индустријској регулацији. Без обзира на велики број метода за подешавање параметара регулатора које постоје још од 1942. године још увек има много простора за побољшање ових метода. У данашњим процесима управљања више од 95% управљачких петљи су ПИД типа, заправо већина петљи је представљена са ПИ управљањем.

ПИД регулатори се данас могу наћи у свим областима у којима се управљање користи. У новије време приликом употребе ПИД регулатора акценат се ставља на методе самоподешавања регулатора. Ове методе имају за циљ да се експериментом одреди модел система који ће послужити као основа за одређивање параметара регулатора.

Потребно је пронаћи начин за тренутно израчунавање параметара ПИД-а који захтевају брже управљачке петље.

Да би ово решили потребно је направити ауто-тунер који ће да садржи естиматор за процену параметара ПИД-а.

2 ЗАДАТАК МАСТЕР РАДА

Задатак овог мастер рада јесте теоријска и практична обрада појма ПИД регулатора заједно са методама за подешавање његових параметара. Практична обрада

теме је одрађена у програму TAC Menta пројектовањем ПИ регулатора као и естиматора за аутоматско одређивање његових параметара.

Након тога је одрађено повезивање одређеног процеса на пројектовани регулатор преко програмског окружења TAC Vista ради провере исправности самог регулатора кроз добијене резултате. Естимација параметара у овом мастер раду је одрађена помоћу рекурзивне методе најмањих квадрата са фактором заборављања λ и помоћу методе техничког оптимума преко којих смо одредили параметре ПИ регулатора, пропорционално појачање и време интегралног дејства.

**3 ТЕОРИЈСКА ОБРАДА ПОЈМА ПИ
РЕГУЛАТОРА** ^{[1][2]}

Сваки систем аутоматског управљања се одликује одређеним законима управљања. Закон управљања представља математичку зависност на основу које управљачки уређај обрађује релевантне сигнале и генерише одговарајућа управљачка дејства. Најчешћа форма оваквих управљачких уређаја се назива регулатор. Код основних закона управљања њихово дејство може линеарно да зависи од грешке, њеног интеграла или првог извода грешке по времену. На основу тога следи подела регулатора на пропорционални, интегрални и диференцијални регулатор. Помоћу ових основних регулатора је могуће формирати сложеније регулаторе ПИ (пропорционално-интегрални), ПД (пропорционално-диференцијални) и ПИД (пропорционално-интегрално-диференцијални). Без обзира на тип регулатора и начин његове реализације, основни системи који се постављају пред сваки регулисани систем су: стабилност, тачност и брзина одзива.

3.1 П регулатор ^[2]

Пропорционални регулатор је најједноставнији облик регулатора, он је реализован преко пропорционалног закона управљања $u(t)$, који је дат следећом релацијом:

$$u(t) = K_p e(t) \quad (1)$$

У овој релацији K_p представља фактор пропорционалног дејства или појачање регулатора, а $e(t)$ представља сигнал грешке. Функција преноса пропорционалног регулатора има следећи облик:

$$G_p(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \quad (2)$$

Повећањем појачања K_p се константно одступање управљане променљиве од њене задате вредности смањује, а у исто време се повећава брзина реаговања и смањује се претек стабилности система.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор био др Велимир Чонградац, доцент.

3.2 И регулатор ^[2]

Интегралним регулатором се остварује интегрални закон управљања који пропорционално повезује грешку $e(t)$ са брзином промене управљачке променљиве $u(t)$, као што је и представљено релацијом:

$$\frac{du(t)}{dt} = K_i e(t) \quad (3)$$

Ако се претходни израз интегрални добија се уобичајни облик једначине интегралног регулатора:

$$u(t) = K_i \int_0^t e(t) dt \quad (4)$$

Функција преноса интегралног регулатора има облик представљен једначином (5):

$$G(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_i}{s} = \frac{1}{T_i s} \quad (5)$$

Увођењем интегралног регулатора се повећава инертност система, тј. систем спорије реагује на спољне утицаје, али зато у већини случајева трајно отклања грешку рада система у стационарном стању. Негативна особина овог типа регулатора је и дестабилизујуће дејство у систему услед њему својственог кашњења.

3.3 Д регулатор ^[2]

Диференцијални закон управљања је одређен пропорционалом зависношћу између управљачке променљиве $u(t)$ и брзине промене грешке $e(t)$. Једначина диференцијалног дејства је приказана следећом формом:

$$u(t) = K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (6)$$

У овој једначини K_d представља појачање диференцијалног дејства. Функција преноса диференцијалног регулатора има следећи облик:

$$G_d(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_d s \quad (7)$$

Самостално постојање диференцијалног регулатора нема много смисла, јер је у устаљеном режиму рада сигнал грешке константан, те је извод овог сигнала једнак нули. Тек комбиновањем са П и/или И регулатором овај регулатор добија на значају. Увођењем диференцијалног регулатора се повећава стабилност и брзина реаговања система.

3.4 ПИ регулатор ^[2]

Комбиновањем пропорционалног и интегралног закона управљања добија се ПИ регулатор који садржи неке предности оба дејства. Деловање овог регулатора је одређено следећом једначином:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt \quad (8)$$

На основу претходног је функција преноса овог регулатора:

$$G_{PI}(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(\frac{1}{T_i s} + 1 \right) \quad (9)$$

Из претходних израза се види да ПИ регулатор има два подесива параметра K_p и T_i .

3.5 ПД регулатор ^[2]

Комбиновање пропорционалног и диференцијалног закона управљања резултује формом диференцијалне једначине:

$$u(t) = K_p e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (10)$$

На основу израза (11) добија се функција преноса овог регулатора:

$$G_{PD} = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p (1 + T_d s) \quad (11)$$

3.6 ПИД регулатор ^[2]

Комбиновањем сва три основна закона управљања се добија ПИД регулатор чије се понашање може описати следећом једначином:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right) \quad (12)$$

Функција преноса је тада следећег облика:

$$G_{PID}(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (13)$$

Присуство пропорционалног, интегралног и диференцијалног закона у овом регулатору омогућава добијање жељених перформанси система као што су стабилност, брзина реаговања, тачност рада и време трајања прелазног процеса.

4 ОДРЕЂИВАЊЕ ПАРАМЕТАРА РЕГУЛАТОРА ^[3]

Аутоматско подешавање параметара (аутотунинг) можемо дефинисати као самостално подешавање параметара регулатора помоћу софтвера уграђеног у сам регулатор. Аутотунер је уређај који аутоматски израчунава параметре регулатора у зависности од процеса којим регулатор управља. Аутотунер следи исти приступ решавања проблема који би евентуално користио и човек при ручном израчунавању регулације:

- Модел процеса: одабир одговарајућег модела процеса.
- Процес идентификације: прикупљање процесних података и њихово уклапање у изабрани модел.
- Метод израчунавања нових параметара.

4.1 Рекурзивни метод најмањих квадрата са фактором заборављања λ ^[3]

Фактор заборављања се обележава словом λ и креће се у опегу вредности од 0 до 1, помоћу њега подешавамо колико брзо желимо да „заборавимо“ старе вредности. Како се λ повећава тако и поступак естимације постаје спорији, али такође постаје и отпорнији на шум. Формуле за одређивање матрице појачања и естимираних параметара система су дати једначинама (14) и (15):

$$P_{k+1} = \frac{1}{\lambda} \left(P_k - \frac{P_k \Phi_{k+1} \Phi_{k+1}^T P_k}{\lambda + \Phi_{k+1}^T P_k \Phi_{k+1}} \right) \quad (14)$$

$$\hat{\Theta}_{k+1} = \hat{\Theta}_k + P_{k+1} \Phi_{k+1} (y_{k+1} - \Phi_{k+1}^T \hat{\Theta}_k) \quad (15)$$

4.2 Метода техничког оптимума ^[4]

Нека је процес који посматрамо описан функцијом преноса као у изразу (16):

$$W_0(s) = \frac{K_0}{\prod_{i=1}^n (1 + s T_i)} e^{-s \tau_0} \quad (16)$$

Ми желимо да управљамо системом тако да му грешка у устаљеном стању, на улазни одскочни сигнал, буде једнака нули и да при томе има потребну брзину деловања. Тражена тачност у устаљеном стању се може постићи увођењем астатизама у систем, а брзина регулације се може обезбедити компензацијом утицаја великих, а можда и средњих временских константи. Компензацију ћемо остварити методом скраћивања. Функција преноса регулатора

биће у облику као што је представљено у следећем изразу:

$$W_r(s) = \frac{K_r \prod_{i=1}^k (1+sT_i)}{K_0 s}, \quad (17)$$

где је k број великих и средњих временских константи које подлежу компензацији, тј. скраћивању. Повратни процес ће бити:

$$W_p(s) = \frac{K_r}{s^{rs} \prod_{i=k+1}^n (1+sT_i)} \quad (18)$$

јер је скраћивањем елиминисано првих k временских константи.

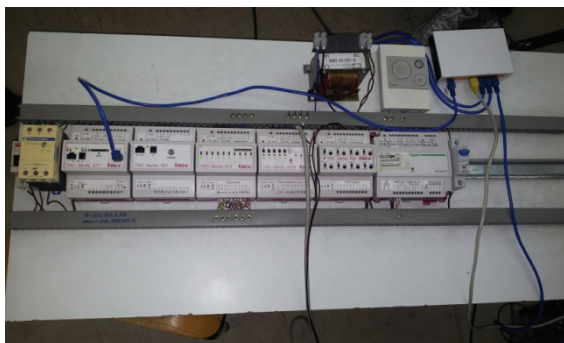
5 РЕЗУЛТАТИ РАДА

Након одрађеног практичног дела рада у програмском пакету *TAC Vista*, пројекат је преко плоче са *TAC Xenta* контролерима повезан на фреквентни регулатор и на тај начин смо испитали исправност овог мастер рада. Фреквентни регулатор VLT 60003 који смо користили као процес у овом испитивању је конфигурисан у отвореној повратној спреси тако да уместо сопственог регулатора користи ПИ регулатор пројектован у овој раду. Изглед фреквентног регулатора приказан је на слици 1.



Слика 1: Фреквентни регулатор

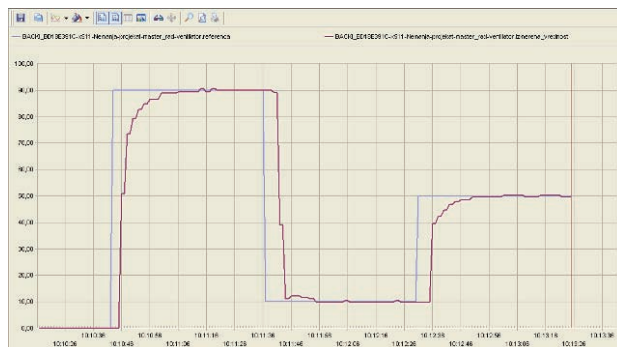
На слици 2 приказана је плоча са *TAC Xenta* контролерима.



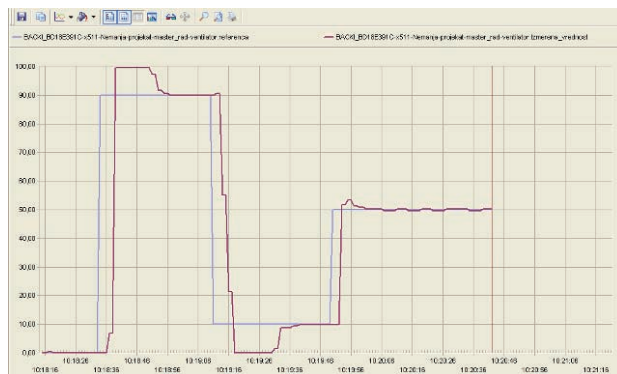
Слика 2: плоча за спуштање

Резултати које смо добили при повезивању плоче са фреквентним регулатором су приказани на следеће две слике. На првој (слика 3) је приказано деловање ПИ регулатора са естимираним вредностима параметара на посматрани процес, а на другој слици (слика 4) је приказано деловање ПИ регулатора, са ручно задатим вредностима параметара K_p и T_i , на

исти посматрани процес. Вредности које смо задали у другом случају за пропорционално појачање и интегрално време су $K_p = 0.8$ и $T_i = 1.2$. У другом случају се може приметити повећи прескок приликом великих промена референтне вредности.

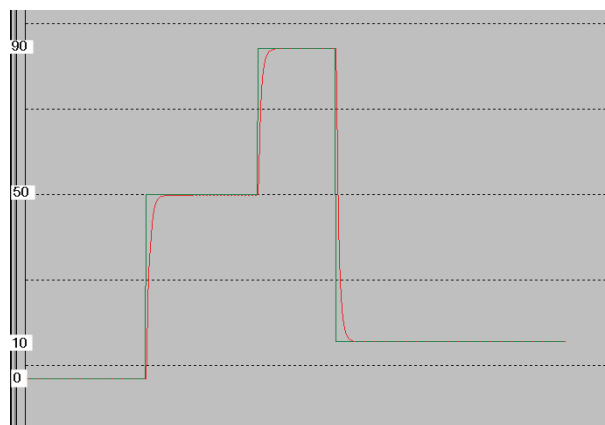


Слика 3: Резултати рада ПИ регулатора са естимираним параметрима над посматраним процесом



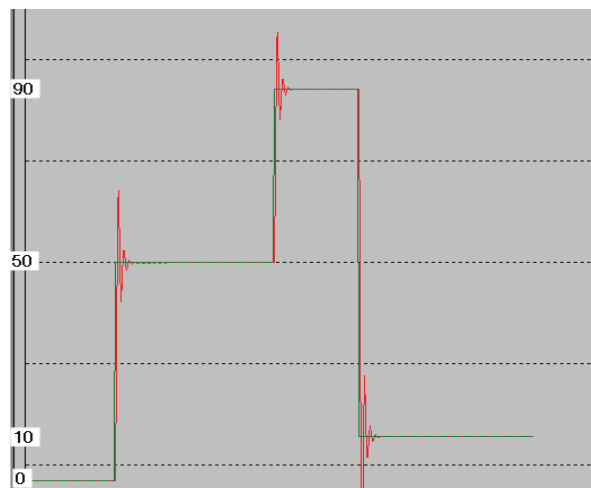
Слика 4: Резултати рада ПИ регулатора на са ручно задатим параметрима над посматраним процесом

Као други пример исправности рада овог ПИ регулатора је приказано његово деловање на једноставан процес облика $W_0(s) = \frac{b}{s+a}$ на основу кога смо и добили естимирани вредности параметара пројектованог регулатора. Симулација је у овом случају одрађена само у програму *TAC Menta*. На слици 5 налази се приказ деловања регулатора са естимираним вредностима на процес који посматрамо.



Слика 5: Деловање ПИ регулатора са естимираним параметрима на једноставан процес првог реда

На слици 6 приказано је деловање регулатора са ручно задатим вредностима параметара $K_p = 0.8$ и $T_i = 1.2$.



Слика 6: Деловање ПИ регулатора са ручно задатим параметрима на једноставан процес првог реда

6 ЗАКЉУЧАК

Резултати симулације на два модела процеса која смо посматрали нам показује да је предложени приступ исправан. Квалитет обрађених метода, што у оквиру овог мастер рада, што у неким другим истраживањима, у великој мери зависи од система који се посматра и на основу кога подешавамо параметре регулатора. Овај рад испитује ПИД имплементацију са аутоматским израчунавањем параметара и упоређује добијене перформансе система са случајем када се параметри ПИД-а подешавају ручно. Да бисмо направили добар ауотунер неопходно је да имамо нека основна знања о процесу над којим вршимо истраживање. Тако да је у поступку добијања параметара била од велике помоћи чињеница да као процес искористимо систем првог реда и на основу тога замислимо и испројектујемо естиматор.

Ауотунер ће дати оптималне параметре регулације, али ће ти параметри и остати оптимални онолико дуго колико системски услови остану непромењени. Иако је ПИД регулација широко примењена у најразличитијим областима индустрије већ око 70 година, и постоји велики напредак како у теорији тако и у пракси подешавања параметара, многи недостатци још увек чекају да буду решени.

7 ЛИТЕРАТУРА

- 1) Karl Johan Astrom, Tore Hagglund: „PID controllers theory, design and tuning, 2nd edition“, USA, 1995.
- 2) Проф др Душан Петровачки: скрипта из предмета „Системи аутоматског управљања“, Факултет техничких наука, Нови Сад
- 3) Чедомир Милосављевић: „Теорија аутоматског управљања - 1“, Сарајево, 2008.
- 4) Karl Johan Astrom, Bjorn Wittenmark: „Computer Controlled Systems, theory and design, 3rd Edition“, Lund Institute of Technology, Sweden

Кратка биографија:



Немања Ратић рођен је у Новом Саду 31.05.1988. године. Бечелор студије је завршио на Факултету техничких наука у Новом Саду 2012. године. Мастер рад из области Електротехника и рачунарство – Аутоматика и управљање системима је одбранио 2013. године.

METODA FONETSKE SEGMENTACIJE GOVORNOG SIGNALA NEZAVISNA OD TEKSTA**A TEXT-INDEPENDENT PHONETIC SPEECH SEGMENTATION METHOD**

Marija Đurković, Milan Sečujski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je prikaz rezultata evaluacije jedne metode fonetske segmentacije govornog signala nezavisne od teksta. Analizirana metoda prati promene obeležja tokom vremena i beleži trenutke u kojima je došlo do njihovih značajnih promena, nakon čega se vrši spajanje bliskih lokalnih maksimuma, da bi se smanjio broj lažnih granica. Pored samih parametara algoritma variran je tip i broj obeležja, učestanost estimacije obeležja kao i veličina analizatorskog prozora. Svi eksperimenti su realizovani na TIMIT govornoj bazi.

Abstract – The paper presents the evaluation of a text independent segmentation method. The analyzed method tracks feature changes over time and marks moments where these changes are significant. After that it merges the local maxima which are close in time. Besides algorithm parameters, the evaluation includes variation in type and number of features, analyzing window shift and duration. The experiments are conducted on TIMIT speech database.

Ključne reči: segmentacija, govor.

1. UVOD

Segmentacija govora je proces određivanja granica između reči, slogova ili fonema u audio snimcima i predstavlja jednu od osnovnih aktivnosti pri formiranju govornih baza za prepoznavanje i sintezu govora. Proces ručne segmentacije je izrazito naporan i dugotrajan proces (za 1 minutu snimka potrebno je preko 2 sata rada [1]) i teško je obezbediti konzistentnost granica naročito u situacijama kada je uključeno više ljudi [1], stoga je vrlo bitno da se ovaj proces u što većoj meri automatizuje. Automatska segmentacija pored primene u pripremi govornih baza je našla svoje mesto i u drugim aplikacijama, kao što su sinhronizacija snimka sa pokretima usta [3], sinhronizaciju titlova [4], indeksiranje multimedijalnih sadržaja [5] i sl.

Metode segmentacije nezavisne od teksta ne zahtevaju dodatne transkripcije stoga su podesne u višejezičkim aplikacijama ili za kodere govora malih bitskih brzina. Mogu se klasifikovati u dve kategorije: na parametarske metode i metode zasnovane na modelu [11]. Parametarske metode karakteriše uvođenje funkcije promene koja meri varijacije koje postoje u spektru i na osnovu koje se

donosi odluka da li je u pitanju granica između dva fonema ili ne. Sa druge strane metode zasnovane na modelu pretpostavljaju da se granice između segmenata nalaze na mestima promene modela, odnosno za svaki frejm se evaluiraju dve statističke hipoteze H_0 – da frejm pripada lokalnom modelu i H_1 – da frejm predstavlja tačku prelaska jednog modela u drugi odnosno potencijalnu granicu [1,12]. Treba napomenuti da se ova grupa algoritama može koristiti i za segmentaciju na govornike [13].

Standardni način za evaluaciju performansi algoritma za segmentaciju jeste poređenjem dobijenih rezultata sa granicama koje su ručno postavljene i izračunavanjem vrednosti kao što su prosečno odstupanje, prosečno kvadratno odstupanje ili udeo korektnih granica. Najčešće se kao mera kvaliteta koristi udeo korektnih granica koji je definisan sa:

$$P_c = \frac{N_c}{N_t} 100\% \quad (1)$$

gde je N_c broj korektno detektovanih granica i N_t ukupan broj stvarnih granica. Pod korektnom granicom se smatra ona detektovana granica koja se nalazi u okolini stvarne granice unutar zadate tolerancije. Standardne vrednosti tolerancije su ± 20 ms, ± 10 ms i ± 5 ms. Koja od vrednosti će biti korišćena zavisi od namene algoritma, pa tako u slučaju segmentacije baze namenjene sintezi govora tolerancija je manja i iznosi ± 10 ms ili manje, a za bazu namenjenju prepoznavanju govora dovoljno je i ± 20 ms. Za razliku od metoda nezavisnih od testa, kod metoda zavisnih od teksta, broj granica nije unapred poznat te pored pogodnih i promašenih granica javljaju se i dodatne umetnute (nepostojeće) granice tzv. lažni alarmi. Jedan od načina da se ovaj tip grešaka uzme u obzir jeste pomoću presegmentacije koja se definiše sa:

$$D = \left(\frac{N_d - N_t}{N_t} \right) 100\% \quad (2)$$

gde je N_d ukupan broj detektovanih granica. Treba primetiti da je presegmentacija negativna ukoliko ne postoje lažni alarmi već samo nekorektno detektovane granice i pozitivna ukoliko postoji bar jedan lažni alarm, stoga je optimalna vrednost za ovaj parametar u okolini nule. Radi lakšeg poređenja algoritama poželjno je da se ocena performansi izražava preko jednog parametra, stoga je uvedena veličina F [14] koja je definisana sa:

$$F = \frac{2 \frac{N_c}{N_d} \frac{N_c}{N_t}}{\frac{N_c}{N_d} + \frac{N_c}{N_t}} = \frac{2N_c}{N_t + N_d} \quad (3)$$

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc.dr Milan Sečujski.

Rad je prethodno objavljen na konferenciji TAKTONS, Novi Sad, novembar 2013.

Opseg vrednosti koje može da ima F je između 0 i 1 (0 ukoliko ne postoji ni jedna korektno detektovana granica i 1 ukoliko su sve korektno).

Ostatak rada je organizovan na sledeći način. U odeljku 2 je dat detaljan opis korišćenog algoritma. Rezultati i diskusija se izloženi u odeljku 3, nakon kog slede zaključci i pravci daljih istraživanja.

2. OPIS ALGORITMA

Algoritam prikazan u [11] vrši segmentaciju tako što prati brze i nagle promene vrednosti obeležja govornog signala. Oštri prelazi koji odgovaraju granicama između fonema se ne javljaju istovremeno za svako obeležje, niti u bliskim vremenskim intervalima, pa iz tog razloga algoritam za segmentaciju koristi tzv. proceduru finog podešavanja (*Fitting procedure*) kojim se spajaju bliske potencijalne granice između fonema u jednu. Algoritam segmentacije se reguliše pomoću tri parametra: a , b i c . Parametar a određuje koliko uzastopnih frejmova je potrebno za izračunavanje veličina promene obeležja. Parametar b definiše koliko nagla promena obeležja treba da bude da bi se smatralo potencijalnom granicom. Parametar c definiše interval u kome se očekuje najviše jedna granica između fonema.

Algoritam se izvršava nad sekvencom od N k -dimenzionalnih vektora obeležja kojima je reprezentovan govorni signal. Prvo se za svako obeležje x_i izračunava naglost njegove promene u trenutku n (gde je n vremenski indeks frejma) na osnovu sledećeg obrasca:

$$J_i[n] = \left| \sum_{m=n-a}^{n-1} \frac{x_i[m]}{a} - \sum_{m=n+1}^{n+a} \frac{x_i[m]}{a} \right| \quad (4)$$

Nakon toga se u funkciju $J_i[n]$ traže lokalni maksimumi i za svaki lokalni maksimum njemu najbliža dva lokalna minimuma odnosno:

$$\begin{aligned} J_i[p-1] > J_i[p] < \dots < J_i[n'-1] < J_i[n'] \\ J_i[n'] > J_i[n'+1] \geq \dots \geq J_i[q] < J_i[q+1] \end{aligned} \quad (5)$$

gde je sa n' označen trenutak u kom se nalazi lokalni maksimum, a p i q predstavljaju trenutke u kojima se nalaze njemu najbliži lokalni minimumi. Da bi se lokalni maksimum u trenutku n' uzeo u obzir kao moguća granica fonema potrebno je da bude dovoljno izražen odnosno da važi sledeća nejednakost:

$$\min\{J_i[n'] - J_i[p], J_i[n'] - J_i[q]\} > bJ_i[n'] \quad (6)$$

Potrebno je zabeležiti trenutke u kojima se javljaju ovi dovoljno izraženi lokalni maksimumi, stoga se uvodi pomoćna funkcija $S[n]$ koja daje informaciju o broju izraženih lokalnih maksimuma po svakom od obeležja za svaki trenutak n . Ova funkcija $S[n]$ se formira tako što se vrednost funkcije u trenutku n' inkrementira ukoliko lokalni maksimum funkcije $J_i[n']$ zadovoljava uslov (6) za bilo koje obeležje.

Nakon ovoga sledi procedura finog podešavanja koja ima za cilj da spoji vremenski bliske potencijalne granice. Za ove potrebe formira se pomoćna funkcija $f[n]$ koja se dobija pomoću funkcije $S[n]$ na sledeći način:

$$f[n] = \sum_{m=0}^c S(n+m) \cdot m \quad (7)$$

na osnovu koje se formira funkcija $acc[n]$ koja sadrži informaciju koliko puta je trenutak n bio minimum funkcije $f[n]$ u klizećem prozoru širine c koji se pomera za po jedan frejm. Polazni rad u kome je opisana ova

procedura [11] ne objašnjava motivaciju za izbor funkcija $f[n]$ i $acc[n]$, odnosno zašto ne bi bilo dovoljno niskofrekvencijsko filtriranje signala $S[n]$ kojim bi se usrednjile bliske vršne vrednosti, a za granice izabrale trenuci u kojima se javljaju lokalni maksimumi te filtrirane funkcije. Treba napomenuti da je deo rada [11] u kome se objašnjava procedura finog podešavanja bio nekonzistentan po pitanju oznaka te su autori ovog rada od nekoliko mogućih varijanata izabrali onu koja im se činila da ima najviše smisla.

3. REZULTATI

Svi testovi su realizovani na delu test TIMIT govorne baze iz koje je izdvojeno 400 rečenica izgovorenih od strane 20 muških i 20 ženskih govornika izabranih tako da svih 8 dijalekata bude ravnomerno zastupljeno. Svi fajlovi su snimljeni sa učestanošću odabiranja 16 kHz i sa po 16 bita po odmerku. Referentne labele su ručno generisane na nivou fonema, pri čemu se okluzije ploziva i afrikata tretiraju kao posebni fonemi. Ova podela ploziva i frikativa odgovara algoritmima za segmentaciju nezavisnim od teksta pošto se okluzije po svojim akustičkim karakteristikama značajno razlikuju od eksplozija odnosno frikcija.

Eksperimenti su imali za cilj pronalaženje optimalnog skupa parametara algoritma a , b i c kao i odgovarajućeg seta obeležja. Razmatrana su 4 tipa obeležja i to: banka pojasnih filtara koji su ekvidistantni na mel skali (MelBank), banka pojasnih filtara koji su ekvidistantni na Bark skali (PCBF, *Perceptual Critical Band Filters*), mel-frekvencijski kepsralni koeficijenti (MFCC, *Mel Frequency Cepstral Coefficient*) i perceptualni linearni prediktivni koeficijenti (PLP, *Perceptual Linear Prediction*). Broj izabranih obeležja je varirao u zavisnosti od tipa obeležja, a korišćene su vrednosti koje se tipično koriste pri analizi i obradi govornog signala, te je korišćeno 5, 8 i 12 MelBank i PCFB obeležja, 13 MFCC obeležja i 9 odnosno 13 PLP obeležja. Pored samih obeležja varirana je i širina analizatorskog prozora (razmotrene su vrednosti od 15 ms, 20 ms i 30 ms), kao i pomeraj prozora (2 ms, 5 ms i 10 ms). Zavisnost performansi algoritma od vrednosti parametara a i b je ilustrovana na slikama 1 i 2. Na slici 1 je prikazana zavisnost P_c od D koje su dobijene uprosečavanjem za fiksirani pomeraj od 10 ms po svim preostalim parametrima, a na slici dva je prikazana zavisnost F od b do koje se došlo na isti način. Trend krivih, ali ne i vrednosti, je isti za sve varijante vektora obeležja, širine i pomeraje analizatorskih prozora kao i širine intervala c . Sa slika 1 i 2 se može uočiti da sa povećanjem parametara a značajno smanjuje broj nekorektno detektovanih granica i neznatno broj korektno detektovanih, stoga i vrednost parametara F raste sa porastom a . Sa poratom b smanjuje se broj kako korektno detektovanih tako i pogrešno detektovanih što rezultuje neznatnim promenama vrednosti F .

Smanjenje pomeraja prozora dovodi do povećanja broja korektnih granica, ali i do znatno većeg povećanja broja lažnih alarma tako da F opada, što je ilustrovano na slikama 3 i 4. Na slici 3 je prikazana zavisnosti P_c od D za različite vrednosti parametara c i pomeraja analizatorskog prozora, a na slici 4 zavisnost F od pomeraja

analizatorskog prozora, koje su dobijene usrednjavanjem po svim preostalim parametrima.

Treba napomenuti da navedeni grafici služe kao ilustracija trenda u eksperimentima pošto su drugačije vrednosti dobijane za različite vrednosti preostalih parametara.

Tabela 1 Performanse algoritma u zavisnosti od vrste i broja obeležja za toleranciju od ± 20 ms.

Vrsta	Broj	P_c [%]	D [%]	F
MelBank	5	73,6	36,5	0,62
MelBank	8	78,7	45,9	0,64
MelBank	12	74,3	30,2	0,65
PCBF	5	72,2	31,7	0,62
PCBF	8	73,3	32,0	0,63
PCBF	12	72,7	30,5	0,63
MFCC	13	77,5	58,7	0,60
PLP	9	74,1	45,8	0,60
PLP	13	79,9	66,5	0,60

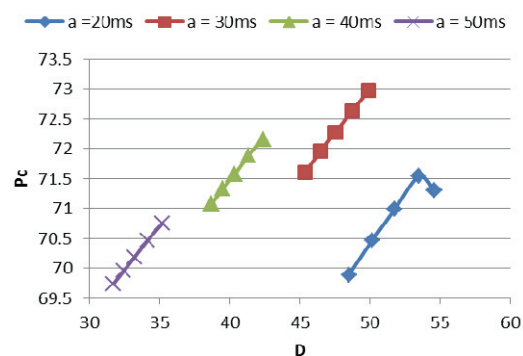
Performanse algoritma zavise i od vrste i broja korišćenih obeležja što je prikazano u Tabeli 1. Za svaku varijantu obeležja ispitivano je ponašanje za sve moguće vrednosti preostalih parametara, a za prikaz u tabeli su izabrane one varijante koje su dale najveću vrednost F , pošto F obuhvata procenu i korektnih i nekorektnih labela za razliku od P_c i D .

Kao što se iz priloženog može videti da su se kao najbolja obeležja pokazala 12 MelBank koeficijenata. Interesantno je da povećanje broja obeležja ne rezultuje povećanjem tačnosti modela (postoje varijacije u P_c i D ali obično povećanje jednog od njih obično znači i povećanje drugog).

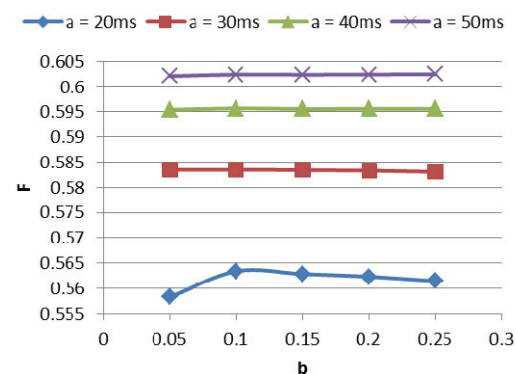
Pomalo neočekivan rezultat su dala statička obeležja koja se koriste pri prepoznavanju govora (MFCC i PLP). Ovo ukazuje da je za određivanje granica mnogo pogodnije praćenje energije po pojedinim opsezima, umesto obeležja koji u načelu opisuju promene obvojnice. Možda je ovo jedan od razloga zašto čovek pri ručnoj analizi govora koristi spektrogram umesto vizuelizovanih MFCC ili PLP obeležja (U slučaju vizuelizacije MFCC i PLP obeležja obično se vizuelizuje spektar koji se dobija na osnovu estimiranih koeficijenata).

Svi prethodno navedeni rezultati su evaluirani za vrednost dozvoljenog odstupanja korektno granice u odnosu na nekorektnu od ± 20 ms.

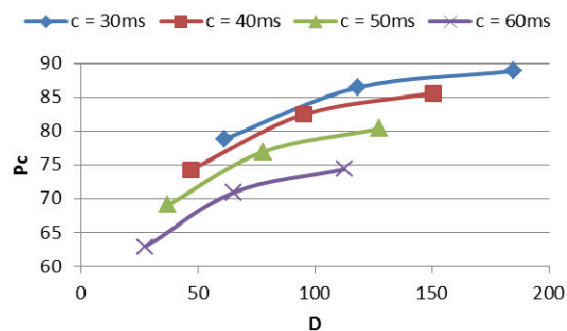
Ukoliko se vrednost tolerancije na grešku smanji na ± 10 ms ili ± 5 ms dobijaju se značajno lošije performanse. Radi ilustracije o kom redu veličina se radi, uzećemo MelBank obeležja koji su u slučaju tolerancije od ± 20 ms imale vrednost $P_c=74,6\%$ i $F=0,62$ smanjenjem tolerancije na ± 10 ms odnosno ± 5 ms te vrednosti su pale na $P_c=50,3\%$ i $F=0,42$ i $P_c=27,6\%$ i $F=0,23$ respektivno. Treba napomenuti da je D ostao nepromenjen jer zavisi isključivo od broja detektovanih i stvarnih granica.



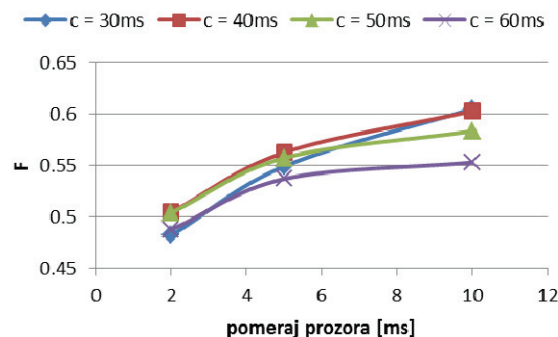
Slika 1: Zavisnost P_c od D za različite vrednosti parametara a i b . Vrednosti su dobijene za pomeraj od 10 ms uprosečavanjem po svim preostalim parametrima.



Slika 2: Zavisnost F od b za različite vrednosti parametara a . Vrednosti su dobijene za pomeraj od 10 ms uprosečavanjem po svim preostalim parametrima.



Slika 3: Zavisnost P_c od D za različite vrednosti parametara c i pomeraje prozora. Vrednosti su dobijene uprosečavanjem po svim preostalim parametrima.



Slika 4: Zavisnost F od veličine pomeraja prozora za različite vrednosti parametara c . Vrednosti su dobijene uprosečavanjem po svim preostalim parametrima.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu su prikazani rezultati evaluacije jedne metode fonetske segmentacije nezavisne od teksta predstavljene u radu [11]. Po pitanju broja korektno detektovanih granica P_c dobijeni rezultati se u velikoj meri slažu sa rezultatima koji su predstavljeni u originalnom radu, ali postoje značajna odstupanja u vrednostima presegmentacije D . Jedan od mogućih razloga za ovakvo odstupanje greška u proceduri finog podešavanja kojom se spajaju bliske potencijalne granice između fonema, koja je posledica nedoslednosti oznaka koje su korišćene u originalnom radu. Od nekoliko mogućih tumačenja izabrano je ono koje je na veštački generisanom primeru vršilo spajanje bliskih granica. Ovo je jedan od razloga zašto je u ovom radu dat detaljan opis implementiranog algoritma. Najbolje performanse algoritma su dobijene za 12 MelBank koeficijenata ($a=40$ ms, $b = 0.05$ i $c = 40$ ms) kod koje je udeo korektno detektovanih granica bio 74,3%, dok je presegmentacija bila 30,2%.

7. LITERATURA

- [1] G. Almpanidis, M. Kotti and C. Kotropoulos, „Robust Detection of Phone Boundaries Using Model Selection with Few Observations,” *IEEE Trans. Audio Speech and Lang. Process.* vol. 17. pp. 287-298, Feb. 2009.
- [2] A. Ljolje, J. Hirschberg, and J. P. van Santen, „Automatic speech segmentation for concatenative inventory selection,” in *Proc. SSW2-1994*, USA, pp. 93-96, 1994.
- [3] J. Park and H. Ko, „Real-time continuous phoneme recognition system using class-dependent tied-mixture hmm with HBT structure for speech-driven lip-sync,” *IEEE Trans. Multimedia*, vol. 10, pp. 1299-1306, 2008.
- [4] N. Tomashenko, Y. Khokhlov, „Fast Algorithm for Automatic Alignment of Speech and Imperfect Text Data,” in *Proc. SPECOM 2013*, LNAI 8113, pp. 146-153, 2013.
- [5] M. Ostendorf, B. Favre, R. Grishman; D. Hakkani-Tur, M. Harper, D. Hillard, J. Hirschberg, J. Heng, J.G. Kahn, L. Yang, S. Maskey, E. Matusov, H. Ney, A. Rosenberg, E. Shriberg, W. Wang and C. Wooters, Speech segmentation and spoken document processing,” *IEEE Signal Process. Mag.*, vol.25, no.3, pp.59,69, May 2008.
- [6] D. T. Toledano and L. A. Hernandez Gomez, “Automatic Phonetic Segmentation,” *IEEE Trans. Audio Speech and Lang. Process.* vol 11. pp. 617-625, .Nov. 2003.
- [7] J. Dines, S. Sridharan and M. Moody, „Automatic Speech Segmentation with HMM,” in *Proc. 9th Int. Conf. Speech Science & Techn.*, pp. 544-549, 2002.
- [8] S. Hoffmann and B. Pfister, „Fully Automatic Segmentation for Prosodic Speech Corpora,” in *Proc. Interspeech '10*, pp. 1389-1392, 2010.
- [9] N. Jakovljević, D. Mišković, D. Pekar, M. Sečujski and V. Delić „Automatic Phonetic Segmentation for a Speech Corpus of Hebrew“, in *Proc. Infoteh 2012*, url: <http://www.infoteh.rs.ba/rad/2012/RSS-5/RSS-5-2.pdf>
- [10] K. S. Lee, „MLP Base Phone Boundary Refining for a TTS Database,” *IEEE Trans. Audio Speech and Lang. Process.* vol. 14, pp. 981-989, 2006
- [11] A. Esposito and G. Aversano, “Text independent methods for speech segmentation,” in *Proc. Summer School on Neural Netw.*, 2004, pp. 261-290.
- [12] J. C. Segura-Luna, J. M. Soler, A. M. Peinado, V. Sanchez and A. Rubio, „Signal Segmentation into Spectral Homogeneous Units,” in *Proc. Eurospeech '90*, pp. 1251-1254, 1990.
- [13] P. Delacourt and C. Wellekens, „DISTBIC: A speaker-based segmentation for audio data indexing,” *Speech Commun.*, vol. 32, pp. 111-126, 2000.
- [14] O. Räsänen, U. Laine i T. Altsaar, „An Improved Speech Segmentation Quality Measure: the R-value”, in *Proc. INTERSPEECH2009*, pp. 1851-1854, 2009.

Kratka biografija:



Marija Đurković rođena je u Loznici 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Komunikacione tehnologije i obrada signala, smer Obrada signala odbranila je 2013 .god



Milan Sečujski rođen je u Novom Sadu 1975. god. 1999. diplomirao je sa temom "Sinteza govora na osnovu teksta sa osvrtom na srpski jezik". 2009. doktorirao je sa temom "Automatska morfološka anotacija tekstova na srpskom jeziku", a 2010. je izabran u zvanje docenta.

POBOLJŠANJE KVALITETA GOVORNOG SIGNALA PRIMENOM VINEROVOG FILTRA

SPEECH ENHANCEMENT USING WIENER FILTER

Marko Pecić, Nikša Jakovljević, Milan Sečujski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu evaluirane su mogućnosti Vinerovog filtra za uklanjanje šuma iz govornog signala. Mogućnosti Vinerovog filtra su testirane za različite nivoe smetnji ali i vrste smetnji kao što su beli Gausov šum, žamor, zvuci sa ulice, izložbe kao i zvuci iz restorana, automobila, voza i metroa. Testovi su realizovani na 5 širakopojasnih (do 8 kHz) govornih signala snimljenih u studijskim uslovima kojima je veštački dodat šum zadatog tipa i nivoa. Kao mera kvaliteta korišćena je PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality) ocena koju je preporučila ITU-T. Najbolji rezultati su dobijeni u eksperimentima sa belim Gausovim šumom, a zadovoljavajući u slučaju buke na ulici, u kolima i vozu.

Abstract – The paper presents the evaluation of the Wiener filter as a speech enhancement method. The performance of Wiener filter was tested on different levels of noise as well as different types of noises such as: white Gaussian noise, babble noise, noise in restaurant, car train and subway. The tests were conducted on the 5 wideband (up to 8 kHz) speech signals recorded in a studio with artificially added noise of specific type and level. The measure of quality was the measure of perceptual evaluation of speech quality recommended by ITU-T. It has been achieved the best results on white Gaussian noise, and sufficiently good results on traffic, car and train noise.

Ključne reči: Vinerov filter, redukcija šuma, izobličenje govora

1. UVOD

Poboljšanje kvaliteta govornog signala (*Speech Enhancement*), jedna je od podoblasti digitalne obrade signala koja ima za cilj uklanjanje smetnji iz govornog signala koje su posledica različitih akustičkih okruženja (pozadinske buke i reverberacije). Pošto je govor osnovni vid komunikacije među ljudima i pošto je prisustvo smetnji neminovno, metode poboljšanja kvaliteta govora našle su široku primenu počevši od mobilnih telefona, slušnih aparata do sistema za automatsko prepoznavanje govora. Nažalost svaki od ovih problema zahteva specifično rešenje tako da je do sada razvijen veliki broj različitih tehnika [1, 2]. Jedan od osnovnih, opštih algoritama jeste Vinerov (*Wiener*) filter koji je razvijen 40-ih godina prošlog veka, a namenjen je uklanjanju šuma koji je stacionaran ili

sporopromenljiv i koji ima poznatu autokorelaciju ili spektralnu gustinu srednje snage. Ostatak rada je organizovan na sledeći način. U odeljku 2 dat je kratak opis matematičkog modela Vinerovog filtra. Opis korišćenih softverskih alata, kao i audio test fajlova je naveden u odeljku 3. Odeljak 4 daje prikaz rezultata praćenih odgovarajućom diskusijom, nakon čega sledi zaključak.

2. OPIS MODELA

Polazi se od pretpostavke da je signal na ulazu filtra ($y(n)$) aditivna mešavina govornog (korisnog) signala ($s(n)$) i šuma ($w(n)$) odnosno:

$$y(n) = s(n) + w(n) \quad (1)$$

Usvajaju se i sledeće pretpostavke: i) da se signali $s(n)$ i $w(n)$ mogu modelovati kao stacionarni slučajni procesi, ii) da je poznata autokorelacija šuma $w(n)$ (ili njegova spektralna gustina srednje snage), iii) da su $s(n)$ i $w(n)$ međusobno nezavisni i iv) da se govorni signal može izdvojiti iz signala $y(n)$ jednostavnim filtriranjem odnosno:

$$\hat{s}(n) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k)y(n-k) = \mathbf{h}^T \mathbf{y}(n) = \mathbf{y}^T(n) \mathbf{h} \quad (2)$$

gde je $\hat{s}(n)$ rekonstruisani govorni signal, $h(n)$ impulsni odziv Vinerovog filtra, $\mathbf{h} = [h(0), h(1), \dots, h(N-1)]^T$ i $\mathbf{y}(n) = [y(n), y(n-1), \dots, y(n-N+1)]^T$ odgovarajuće vektorske predstave impulsnog odziva filtra i ulaznog signala, respektivno.

Cilj je estimirati koeficijente impulsnog odziva $h(n)$ tako da se minimizuje srednje kvadratno odstupanje stvarnog govornog signala od rekonstruisanog, odnosno ciljna funkcija koju je potrebno minimizovati ima sledeći oblik:

$$J(\mathbf{h}) = E\{e^2(n)\} = E\{(s(n) - \hat{s}(n))^2\} \quad (3)$$

Diferenciranjem ciljne funkcije $J(\mathbf{h})$ po svim elementima vektora $\mathbf{h}$ i izjednačavanjem prvih izvoda sa nulom dobija se skup od N jednačina sledećeg oblika:

$$\sum_{k=0}^{N-1} h(k)r_{yy}(n-k) = r_{ys}(-k), \quad k = 0, \dots, N-1 \quad (4)$$

gde je $r_{yy}(n)$ autokorelaciona funkcija signala $y(n)$, a $r_{ys}(n)$ međukorelaciona funkcija signala $y(n)$ i $s(n)$. Pošto signal $s(n)$ nije poznat do $r_{ys}(n)$ se dolazi na osnovu pretpostavke da je autokorelacija šuma $w(n)$ poznata i da su signali $s(n)$ i $w(n)$ nekorelsani, te važi sledeće:

$$r_{ys}(n) = r_{yy}(n) - r_{ww}(n) \quad (5)$$

Do vrednosti $r_{yy}(n)$ se dolazi izračunavanjem autokorelacije signala na segmentima gde se nalazi signal i šum, a $r_{ww}(n)$ na segmentima gde se nalazi isključivo šum. Sada je jasno zašto je neophodna pretpostavka o stacionarnosti ili bar sporopromenljivosti šuma.

Sistem jednačina definisan izrazom (4) se može zapisati i u matričnoj formi:

$$\mathbf{R}_{yy} \mathbf{h} = \mathbf{r}_{ys} \quad (6)$$

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio doc. dr Milan Sečujski.

Rad je prethodno objavljen na konferenciji TAKTONS, Novi Sad, novembar 2013.

gde je

$$\mathbf{R}_{yy} = \begin{bmatrix} r_{yy}(0) & r_{yy}(1) & \cdots & r_{yy}(N-1) \\ r_{yy}(1) & r_{yy}(0) & \cdots & r_{yy}(N-2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{yy}(N-1) & r_{yy}(N-2) & \cdots & r_{yy}(0) \end{bmatrix} \quad (7)$$

odakle sledi da je traženi impulsni odziv:

$$\mathbf{h} = \mathbf{R}_{yy}^{-1} \mathbf{r}_{ys} \quad (8)$$

Pošto govorni signal nije stacionaran, ulazni signal $y(n)$ je potrebno podeliti na stacionarne segmente za koje se potom izračunava vrednost autokorelacione funkcije $r_{yy}(n)$, na osnovu koje se za svaki segment formira matrica $\mathbf{R}_{yy}$. Kao što je napomenuto vektor $\mathbf{r}_{ys}$ se formira kao razlika trenutno estimiranih vektora $\mathbf{r}_{yy}$ i $\mathbf{r}_{ww}$.

3. KORIŠĆENI RESURSI

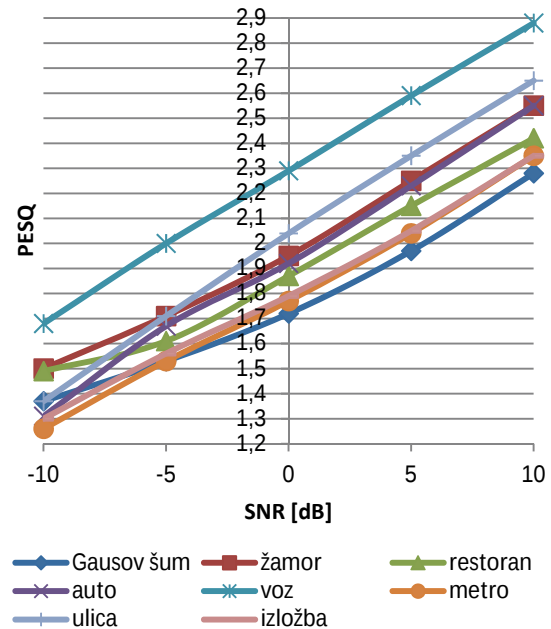
Za potrebe ovog rada je u programskom paketu Matlab impementiran Vinerov filter kao i pomoćne funkcije za estimaciju SNR-a i dodavanje željenog nivoa šuma. Za ocenu efikasnosti Vinerovog filtera koristi se odnos signal šum rezultujućeg signala, indeks distorzije govora i faktor redukcije šuma [3]. U ovom radu umesto poslednje dve mere kvaliteta rezultujućeg signala izabrana je PESQ (*Perceptual Evaluation of Speech Quality* [4]) ocena kvaliteta koja na osnovu objektivnih mera daje ocenu kvaliteta na MOS (*Mean Opinion Score*) skali i stoga je bliža subjektivnoj oceni čoveka. Za dobijanje PESQ ocene iskorišćeno je gotovo rešenje koje je javno dostupno na [5].

Ekseprimenti su realizovani na 5 govornih iskaza koji su na slučaj izabranih iz S70W100s120 govorne baze [6]. Za generisanje belog Gausovog šuma korišćena je gotova Matlab funkcija, dok su uzorci signala pozadinske buke preuzeti sa sajta Laboratorije za prepoznavanje i organizaciju govornih i audio signala Univerziteta Kolumbija (<http://labrosa.ee.columbia.edu>). Ovi uzorci su napravljeni po uzoru na uzorke u okviru AURORA projekta a obuhvataju sledeće tipove pozadinske buke: žamor, zvuke iz restorana, automobila voza i metroa, kao i zvuke sa ulice i izložbe. Izabrane su ove vrste akustičkih smetnji pošto se mogu smatrati sporopromenljivim, što je jedan od pretpostavki koje zahteva model Vinerovog filtera.

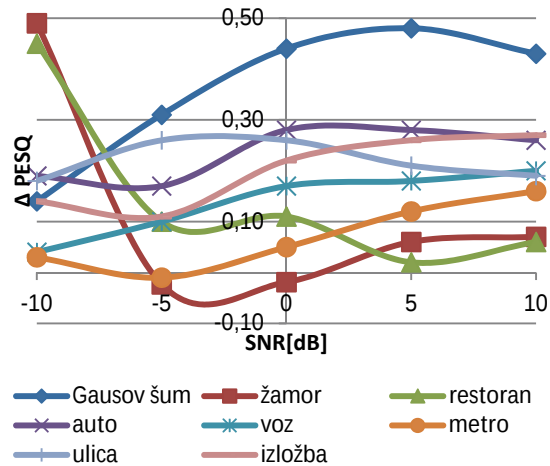
Pošto nivo energije govornog signala varira tokom vremena, npr. segmenti signala koji odgovaraju okluzijama imaju energiju blisku nuli, energija govornog signala se obično izračunava tako što se odbace delovi sa nižom energijom, i u ovom radu su odbačeni delovi koji su imali energiju manju 1/4 maksimalne vrednosti energije u datom govornom signalu. Na osnovu tako izračunate energije, energije šuma procenjene na celom signalu (šuma) i zadatog SNR se određuje faktor kojim je bilo potrebno pomnožiti odmerke datog signala smetnji.

Pošto ovi eksperimenti imaju za cilj mogućnosti Vinerovog filtera za otklanjanje smetnji iz stvarnog akustičkog okruženja selekcija govornih i negovornih segmenata je vršena ručno, čime je eliminisana

mogućnost grešaka koje bi pravio blok za automatsku detekciju govorne aktivnosti (*Voice Activity Detection*). Eksperimenti su imali za cilj da utvrde mogućnosti Vinerovog filtera u slučaju različitih vrsta smetnji i vrednosti SNR (-10 dB do 10 dB sa korakom od 5 dB) dužina impulsnih odziva Vinerovog filtera (10, 20, 40, 80 i 160), trajanja segmenta nad kojima se vrši analiza i filtriranje (od 20 ms do 35 ms sa korakom od 5 ms) kao i koliko često je potrebno menjati impulsni odziv (5 ms, 10 ms).



Slika 1 - Inicijalna PESQ ocena govornih snimaka kojima su dodate različite vrste i nivoi smetnji



Slika 2 - Promena PESQ ocene nakon primene Vinerovog filtera za različite vrste smetnji i vrednosti SNR

4. REZULTATI

Prvi skup eksperimenata je podrazumevao ispitivanje mogućnosti Vinerovog filtera ukoliko se koriste različite vrste šuma i različite vrednosti SNR-a. Na Slici 1. su prikazane PESQ ocene zašumljenog govornog signala. Kao što se iz priloženog može videti najmanju degradaciju u kvalitetu unosi akustički šum voza u

pokretu, a najveću Gausov šum. Može se uočiti pravilnost da ukoliko se SNR poveća za oko 5 dB, PESQ ocena raste za 0,3, što će biti iskorišćeno pri proceni ostvarenog poboljšanja koje je rezultat primene Vinerovog filtra.

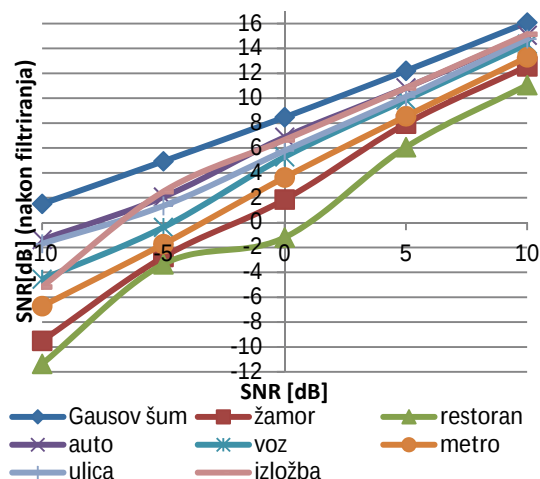
Na Slici 2. su prikazane vrednosti povećanja PESQ ocene nakon primene Vinerovog filtra koja se dobija za skup parametara (dužina impulsnog odziva, trajanje segmenta i pomeraj segmenta) koji je za dati tip i nivo smetnje dao najveću vrednosti PESQ. Kao što se iz priloženog može videti u proseku je najbolje poboljšanje kvaliteta postignuto za slučaj belog Gausovog šuma (čije je dodavanje ujedno izazvalo najveću degradaciju kvaliteta govornog signala). Interesantne su još i smetnje, žamor i buka u restoranu (koje su po svojoj prirodi slične) i koje za SNR = -10 dB daju značajno poboljšanje kvaliteta, a da bi sa porastom SNR-a ta vrednost značajno pala. U slučaju žamora za SNR od -5 i 0 dB vrednost je čak i negativna -0.02, što ukazuje na neznatno pogoršanje kvaliteta govornog signala.

Na slici 3 se u slučaju žamora može uočiti da je došlo do povećanja SNR-a, što nam ukazuje na postojanje značajne degradacije kvaliteta govornog signala. Značajnog poboljšanje za vrednost SNR-a od -10 dB je prilično iznenađujuće i zahteva dodatnu analizu. Relativno skromno poboljšanje kvaliteta je dobijeno za smetnje koju predstavljaju zvuci sa ulice, izlozbe i iz automobila, ali postoje varijacije koje deluju pomalo slučajno što bi se delimično moglo objasniti relativno skromnim brojem govornih signala koji su korišćeni za testiranje.

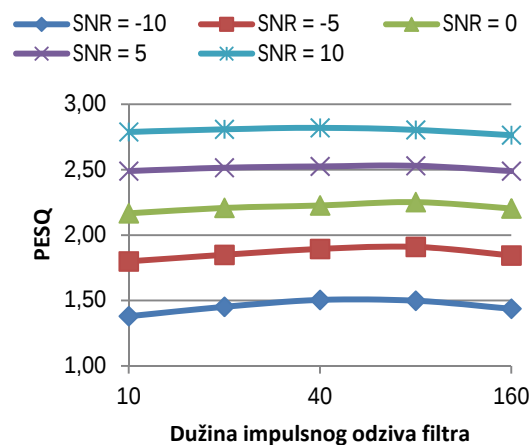
Na Slici 3. je prikazana zavisnosti SNR-a nakon filtriranja i pre filtriranja. Kao što se iz priloženog može videti došlo je do povećanja SNR nakon filtriranja, bez obzira na vrstu šuma. Treba napomenuti da je vrednost izlaznog SNR izračunata na celoj dužini govornog signala, a ne samo na segmentima gde govorni signal ima značajan nivo energije, odnosno ukoliko bi se na isti način računao SNR pre filtriranja isti bi bio nešto niži od nominalnog.

Povećanjem dužine impulsnog odziva filtra dolazi do povećanja PESQ ocene, kao što je ilustrovano na Slici 4, gde je prikazan uticaj dužine impulsnog odziva filtra na PESQ ocenu u slučaju smetnje koju čine zvuci sa ulice (slično ponašanje postoji i kod drugih vrsta analiziranih smetnji). Kao što se iz priloženog može videti povećanje dužine impulsnog odziva (do 80 tačaka) dovodi do povećanja PESQ ocene, a promena je izraženija što je vrednost inicijalnog SNR-a manja. Isuviše dugačak impulsni odziv (160 tačaka) dovodi do degradacije PESQ ocene, što se može objasniti lošijom procenom autokorelacije ulaznog signala za veće vrednosti pomeraja. Interesantno je da u slučaju aditivnog Gausovog šuma krive sa slike 4 odstupaju, odnosno maksimalna ocena se postiže za dužinu impulsnog odziva 20, nakon koje sledi konstantan pad PESQ ocene a pad je izraženiji što je inicijalni SNR veći.

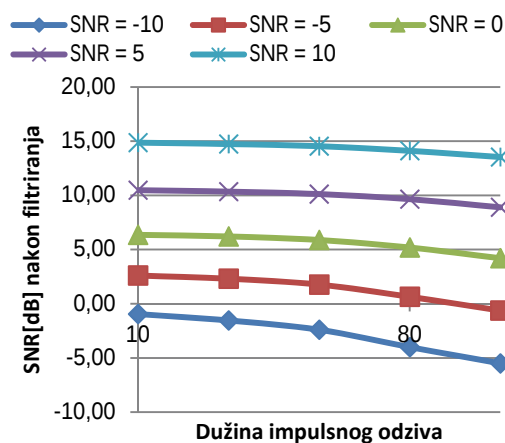
Na Slici 5 je na primeru akustičkog šuma ulice prikazana zavisnost izlaznog SNR-a od dužine impulsnog odziva za različite vrednosti ulaznog SNR. Za razliku od PESQ ocene, s povećanjem dužine impulsnog odziva vrednost izlaznog SNR-a opada i pri tome je pad izraženiji što je inicijalni SNR niži. Ovakva zavisnost izlaznog SNR-a od dužine impulsnog odziva je univerzalna za sve tipove šuma.



Slika 3 - Zavisnosti SNR nakon filtriranja od vrednosti SNR-a pre filtriranja za različite vrste smetnji



Slika 4 - Zavisnost prosečnog PESQ od dužine filtra za različite vrednosti SNR u slučaju buke sa ulice



Slika 5 - Zavisnost prosečnog SNR nakon filtriranja od dužine filtra za različite vrednosti SNR u slučaju buke sa ulice

Pošto je u okviru linearnog prediktivnog modela govora pokazano da je moguće modelovati govorni signal kao linearnu kombinaciju prethodnih 10-12 odmeraka bilo je za očekivat da se najveće poboljšanje kvaliteta dobije za te vrednosti impulsnog odziva. Treba primetiti da je za te vrednosti SNR-najveći, ali je i distorzija govornog signala velika, što je uzrokovalo i manju PESQ ocenu.

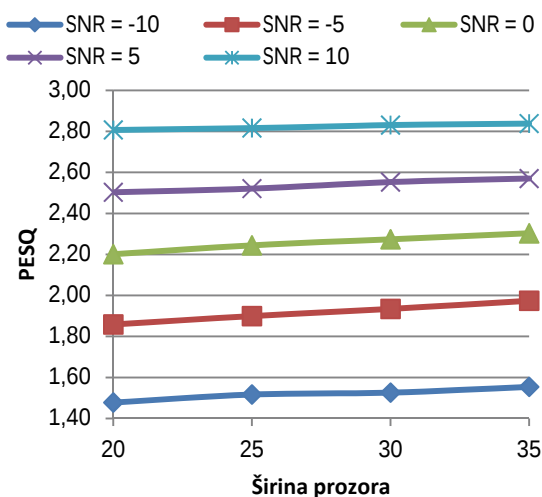
U Tabeli 1 je prikazana zavisnost PESQ ocene od vrednosti pomeraja prozorske funkcije za različite nivoe šuma u slučaju akustičkog šuma ulice. Slično ponašanje je uočeno i kod ostalih tipova šuma, odnosno sa aspekta kvaliteta razultujućeg signala izraženog preko PESQ ocene nema bitne razlike između ukoliko se estimacija koeficijenata Vinerovog filtra vrši na svakih 10 ms odnosno 5 ms.

Povećanje širine prozorske funkcije na osnovu kog se estimiraju koeficijenti Vinerovog filtra dovodi do povećan ocene bez obzira na inicijalnu vrednost SNR-a i vrstu dodatog šuma.

Na Slici 6. ilustrovana je zavisnost PESQ ocene od širine prozorske funkcije za različite vrednosti SNR-a u slučaju akustičkog šuma ulice. Kao što se sa slike može uočiti postiže se promena PESQ ocene od 0.1 što je značajno imajući u vidu da promena SNR-a od 5 dB odgovara promeni PESQ ocene od 0.3.

Tabela 1. – Zavisnost prosečne vrednosti PESQ ocene od pomeraja prozorske funkcije w_s za različite vrednosti SNR u slučaju akustičkog šuma ulice.

PESQ		SNR [dB]				
		-10	-5	0	5	10
w_s [ms]	5	1.46	1.86	2.21	2.51	2.80
	10	1.45	1.86	2.21	2.51	2.79



Slika 6 - Zavisnost prosečne PESQ ocene od širine prozorske funkcije za različite vrednosti SNR-a

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je data analiza ponašanja Vinerovog filtra za različite tipove i nivoe smetnji. Najveće poljšanje kvaliteta je dao u slučaju belog Gausovog šuma, što je i bilo očekivano jer je to idealan primer stacionarnog šuma za koji je model Vinerovog filtra i predviđen. Zadovoljavajući rezultati se odbijaju i za buku na ulici, u kolima i u vozu. Intersantan rezultat se dobija za slučajeva žamora i zvukova u restoranu, gde za izrazito mali SNR od -10 dB, dobija značajno poboljšanje, a za sve ostale slučajeve nedovoljno dobro ili čak degradacija, što će biti predmet daljih istraživanja.

Potvrda korektnosti implementacije algoritma zasniva se na činjenici da je u svim slučajevima bez obzira na tip i nivo smetnje Vinerov filter rezultovao povećanjem SNR-a, što je i jednio što obezbeđuje njegova ciljna funkcija. Činjenica da PESQ ocena ne prati promenu SNR-a koja je posledica Vinerovog filtriranja se može objasniti da je došlo do degradacije govornog signala te su pozitivni efekti koji su posledica uklanjanja šuma delimično devalvirani.

5. LITERATURA

- [1] E. Hänsler and G. Schmidt, *Acoustic Echo and Noise Control: A Practical Approach*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 53-60, 2004.
- [2] J. Benesty, S. Makino, and J. Chen, *Speech Enhancement*, Springer, Berlin, Germany, str. 9-45, 2005.
- [3] J. Chen, J. Benesy, Y Huang and S. Doclo, „New insights into the noise reduction Wiener filter,“ *IEEE Trans.on Audio, Speech and Lang. Process.*, vol. 14, no. 4, pp. 1218-1234, 2006.
- [4] ITU-T Recommendation P.862: Perceptual evaluation of speech quality (PESQ): An objective method for end-to-end speech quality assessment of narrow-band telephone networks and speech codecs, url: <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.862/en>.
- [5] K. Wojcicki, *PESQ Matlab Wrapper*, url: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/33820-pesq-matlab-wrapper>.
- [6] V. Delić, M. Sečujski, N. Jakovljević, D. Pekar, D. Mišković, B. Popović, S. Ostrogonac, M. Bojanić and D. Knežević, „Speech and language resource within speech recognition and synthesis systems for Serbian and kinred South Slavic languages,“ in *Proc. SPECOM'2013*, vol. 8113, pp. 319-326, 2013.

Kratka biografija:



Marko Pecić rođen je u Loznici 1989. god. Diplomse studije završava na Fakultetu tehničkih nauka, oblast Elektrotehnika i računarstvo, smer Komunikacione tehnologije i obrada signala 2012. god. Iste godine upisao master studije koje je takođe završio u roku.



Nikša Jakovljević rođen je u Sarajevu 1979. god. Zaposlen je na Departmanu za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Trenutno u zvanju asistenta na Katedri za komunikacione tehnologije i obradu signala.



Milan Sečujski rođen je u Novom Sadu 1975. god. Zaposlen je na Departmanu za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Trenutno u zvanju docenta na Katedri za komunikacione tehnologije i obradu signala.

MEĐUAUTOMOBILSKE KOMUNIKACIJE INTER-VEHICULAR COMMUNICATION

Danilo Terzić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste da se opišu osnovne karakteristike automobilske komunikacione mreže, njena arhitektura, primena, simulacioni softver i mogućnosti koje se pružaju korisnicima. Nakon informacija o osnovnim karakteristikama, detaljnije su opisani protokoli, aplikacije i sigurnost podataka.

Abstract – The aim of this article is to describe the basic characteristics of vehicular communication networks, her architecture, the application areas, simulation software and the opportunities that are provided to the user. Basic characteristics are explained, as well as protocols, applications and data security.

Ključne reči: Međiautomobilske komunikacije, VANET, RSU, OBU, VEINS.

1. UVOD

Poboljšanje bezbednosti saobraćaja je veoma važno pitanje koje privlači pažnju istraživača i inženjera u automobilske industriji. Broj automobila koji se aktivno koriste povećava se veoma brzo u gotovo svim zemljama. Uprkos ekološkim problemima i povećanju cene goriva, automobilske prevoze jeste, i ostaće, jedan od osnovnih vidova transporta. Gužve su posebno izražene u periodu od nekoliko časova pre i posle radnog vremena. Takva situacija vlada i kod nas u većim gradovima (npr. Bulevar Oslobođenja u Novom Sadu jedno je od mesta gde posle radnog vremena saobraćaj postaje otežan).

Najgora situacija je u Beogradu gde nije retkost da se u vozilu provede i nekoliko časova čekajući prolaz na mestima poput većih raskrsnica i petlji. Ipak u Beogradu najveće probleme stvara prelazak reka jer su gužve na mostovima neizbežne pogotovo kada je kiša ili sneg pa i vremenski uslovi otežavaju kretanje.

Jedan od načina da se obezbedi sigurnost na putevima i smanji kašnjenje jesu nove tehnologije bazirane na bežičnoj (*wireless*) komunikaciji između automobila. Ta komunikacija bi obezbeđivala vozaču informacije kojim putem da vozi kao i obaveštenje o stanju u saobraćaju. Sistemi za međiautomobilsku komunikaciju (IVC - *Inter-Vehicular Communication*) predstavljaju direktnu komunikaciju između automobila koja može da zadovolji potrebe velikog broja aplikacija (npr. aplikacija za izbegavanje sudara, za saobraćajne gužve...).

Ključ inteligentne vožnje, što je u direktnoj povezanosti sa štedljivošću i bezbednošću, leži u razmišljanju unapred.

NAPOMENA:

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

Ipak, ti senzori često imaju limitiranu mogućnost predviđanja. IVC sistem značajno proširuje te limite, i u budućnosti će omogućiti vozačima da „vide“ daleko unapred, i to zone iza krivina, koje su trenutno skrivene od pogleda. Komunikacija između vozila otvara potpuno nove potencijale. S obzirom da podaci iz infrastrukture mogu takođe biti integrisani u ovaj komunikacioni sistem (recimo faze promene svetala na semaforu), vozač je u prilici da prilagodi stil vožnje i postigne veću uštedu goriva, odnosno manju emisiju štetnih gasova. Ova tehnologija na taj način nudi nova rešenja, ne samo za obezbeđivanje sigurnosti na putu, već i u oblasti inteligentne raspodele energije.

2. OPIS SISTEMA

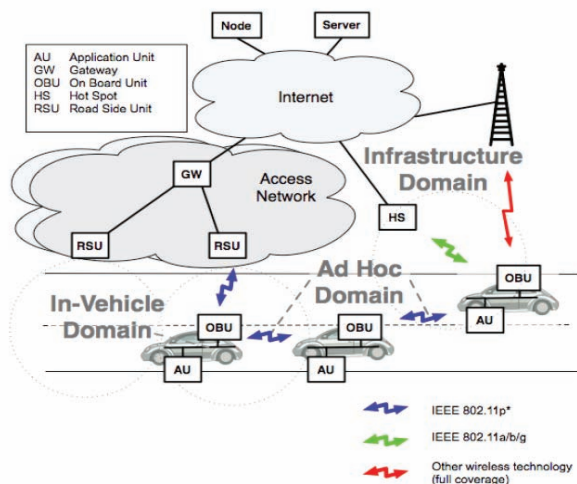
Uvidevši veliku mogućnost u razvoju ove oblasti komunikacija, počinju se osnivati mnoge organizacije. One imaju za cilj standardizaciju ovih komunikacija definisanjem osnovnih protokola, arhitekture, bezbednosti podataka... Jedna od njih je CAR 2 CAR (*Car-to-Car*) konzorcijum sa sedištem u Nemačkoj. Cilj CAR 2 CAR konzorcijuma je da se standardizuju interfejsi i protokoli za bežične komunikacije između vozila i njihovog okruženja, kako bi vozila različitih proizvođača bila interoperabilna i u mogućnosti da komuniciraju sa RSU (delovima infrastrukture koji omogućuju komunikaciju, *Road-Side Unit*).

Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) se sastoji od vozila sa OBU (*On-Board Unit*) jedinicom i stacionarnih jedinica duž puta, nazvanih road-side units (RSU). Deo u vozilu se odnosi na mrežu sastavljenu od on-board jedinica (OBU) i (potencijalno više) aplikacionih jedinica (AU - *Application Unit*). AU je obično namenski uređaj koji izvršava jednu ili više aplikacija. AU može da bude integrisani deo vozila i da je stalno povezan na OBU. To takođe može biti prenosivi uređaj kao što su laptop, PDA ili igračka konzola koja se može povezati na OBU. AU i OBU su najčešće povezani sa žičanom vezom, ali veza može biti i bežična koristeći Bluetooth ili UWB. Oni takođe mogu da se nalaze u okviru jednog uređaja.

OBU je, najmanje, opremljen uređajem za bežičnu komunikaciju namenjenim za bezbednost saobraćaja na putevima, a potencijalno i sa drugim komunikacionim uređajima. OBU jedinice formiraju mobilne ad-hoc mrežu (MANET) koja omogućava komunikaciju između čvorova na, u potpunosti, distribuiran način, bez potrebe za postojanjem centralizovane koordinacije. OBU direktno komuniciraju ako bežična veza postoji među njima. U slučaju da ne bude direktnog povezivanja, definisani protokoli za rutiranje omogućavaju multi-hop

komunikaciju gde se podaci prosleđuju od jedne OBU jedinice do druge, dok ne stignu do odredišta.

Primarna uloga jedne RSU jedinice je unapređenje bezbednosti saobraćaja, ali i izvršavanja posebnih aplikacija i slanje, primanje ili prosleđivanje podataka kako bi se proširila pokrivenost ad hoc mreže. OBU i RSU se mogu posmatrati kao čvorovi ad-hoc mreže, odnosno mobilni i statični čvorovi. RSU može biti priključen na infrastrukturnu mrežu, koja može da se poveže na internet. Kao rezultat toga, RSU može dozvoliti OBU da pristupi infrastrukturi. Na ovaj način moguće je da OBU komunicira sa bilo kojim uređajem na internetu, kada je bar jedan RSU na raspolaganju.



Slika 1 – Nacrt arhitekture sistema

3. RADIO SISTEM

Postoje dva tipa komunikacionih kanala koje koristi C2C radio sistem:

- Rezervisani kanali za: kontrolu mreže i bezbednosne aplikacije (kontrolni kanal CCH); aplikacije ugrožene bezbednosti; bezbednost saobraćaja i efikasnost saobraćaja; komunikaciju RSU-auto i auto-auto.

- Javni kanali kako je navedeno u IEEE 802.11a/b/g u frekventnom opsegu koji je dozvoljen za bežični LAN u Evropi, u skladu sa regionalnim ograničenjima.

Pored toga, C2C-CC sistem može da podrži drugi radio prenos kao što je GSM, GPRS, UMTS, WiMAX, 4G. Od ova dva tipa komunikacionih kanala samo rezervisani kanali su obavezni dok su normalni (javni) kanali opcioni za C2C radio sistem. IEEE 802.11p (bežični pristup za automobilsko okruženje - Wireless Access for Vehicular Environment - WAVE) je tehnička osnova za C2C radio sistem koji radi sa rezervisanim kanalima.

3.1 Frekvencijski opsezi

Sledeći frekvencijski opsezi, namenski za C2C komunikacije, definisani su u Evropskom institutu za telekomunikacione standarde (ETSI-European Telecommunications Standards Institute):

- 10 MHz (od 5.885 do 5.895 GHz) za kontrolu mreže i aplikacije kritične bezbednosti (isto kao WAVE kontrolni kanal),
- 10 MHz (od 5.895 do 5.905 GHz) za aplikacije kritične bezbednosti,

- tri opsega od po 10 MHz (od 5.875 do 5.885 GHz i od 5.905 do 5.925 GHz) za bezbednost saobraćaja i aplikacije efikasnosti saobraćaja,

- dva opsega od 10 MHz (5.855 do 5.875 GHz) za nebezbednosne auto-auto i auto-infrastruktura aplikacije.

3.2 Maksimalna snaga i brzine prenosa podataka

Maksimalna dozvoljena snaga predaje za C2C radio sistem je 33dBm. Opseg komunikacije koji se postiže C2C radio sistemom je 500m do 1000m u jednom koraku u skladu sa vidnim poljem u toj situaciji. Radio sistem sa nižim opsegom komunikacija može da ima smanjenu maksimalnu snagu.

Brzine prenosa podataka koje će biti podržane su 3 / 4,5 / 6 / 9 / 12 / 18 / 24 / 27 Mb/s. Normalna (default) brzina prenosa će biti 6 Mb/s.

3.3 Adrese

Adresa mora da bude kodirana u formatu IEEE MAC adresa. Čvor će podržati istovremene upotrebe 48 bitne i 64 bitne adrese da se postigne kompatibilnost sa komercijalnom bežičnom tehnologijom. Iz tog razloga, komunikacioni čvor će takođe podržati korišćenje univerzalnih 48 bitne adrese. Da bi se garantovala privatnost potrebno je da se vrši promena adresa nasumično s vremena na vreme. Zbog toga su uvedene sledeće pretpostavke:

- Svaki čvor (on-board unit i road-side unit) biće jednoznačno odeden adresom (MAC adresa) pri komunikaciji sa drugim čvorovima.

- Čvor će podržati korišćenje više adresa, sekvencijalno (koriste jedna za drugom) ili istovremeno (upotreba u isto vreme).

Da bi se postigao dovoljno veliki prostor za često nasumično menjanje adrese, korišćenje EUI-48 adrese podrazumeva lokalne MAC adrese (univerzalni bit podešen na "0"), dok EUI-64 adrese mogu biti ili univerzalne (univerzalni bit postavljen na "1") ili lokalne (univerzalni bit postavljen na "0").

3.4 Veličina, prioritet i kašnjenje poruka

U principu potrebno je da se izbegne preopterećenje kanala pod visokim gustinama saobraćaja i da se garantuje malo kašnjenje za prioritetne poruke. Međutim, do sada nema pravila koja se odnose na maksimalnu veličinu poruke, prioritete i vreme čekanja za pristup ponovo kanalu nakon uspešnog prenosa. Kako različiti tipovi podataka imaju drugačiji stepen važnosti, prioritetni mehanizam treba da bude usvojen. Podrška prioriteta smatra se obaveznom na rezervisanim komunikacionim kanalima (opciono i na normalnim kanalima). IEEE 1609.4, IEEE 802.11e je osnova za definisanje prioriteta u C2C komunikacijama.

4. PROTOKOLI RUTIRANJA

U izradi komunikacionih protokola, kao tri glavna aspekta specifična za automobilsko okruženje, smatraju se:

- Prvo, automobilska komunikaciona mreža nema centralnu instancu za mrežnu organizaciju i koordinaciju, tako da algoritmi i protokoli rade na potpuno distribuiran način.

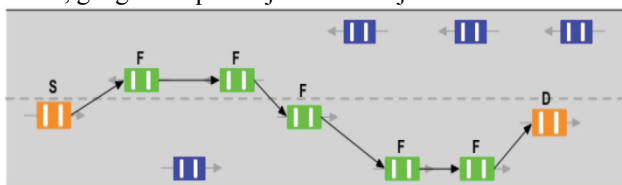
- Drugo, visoka pokretljivost čvorova rezultira čestim promenama topologije mreže i može da prouzrokuje značajno zagušenje prilikom signalizacije.

•Treće, podaci o saobraćaju generisani u vozilima mogu premašiti dostupni propusni opseg, što može da zaguši mrežu i dovede do značajnog gubitka paketa i kašnjenja prenosa.

U ovoj oblasti komunikacija veliki broj protokola je predložen u poslednjoj deceniji a taj trend se i dalje nastavlja. Tri veoma različite paradigme su: Ad-hoc rutiranje, plavljenje i beaconing. Tipičan predstavnik ad-hoc rutiranja je DYMO protokol, plavljenja DV-CAST protokola a beaconing paradigme je SOTIS protokol.

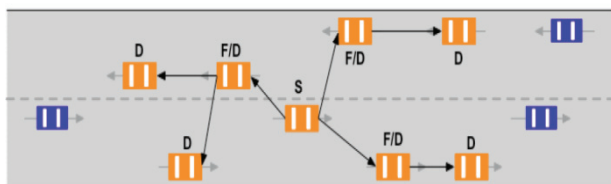
Takođe možemo razlikovati 4 vrste algoritama prosleđivanja a to su: geografski unicast, topološki-definisan broadcast, geografski broadcast i geografski anycast.

Geografski unicast (slika 2) se koristi za jednosmerni prenos podataka iz jednog čvora (izvor) na drugi čvor (odredište) putem direktne komunikacije ili više koraka na osnovu određene adrese koja uključuje identifikator čvora, geografski položaj i informaciju o vremenu.



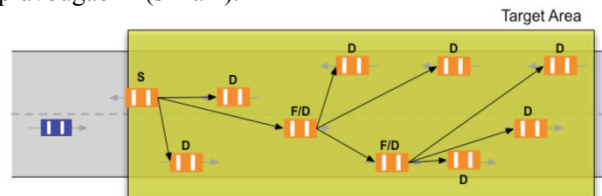
Slika 2- Geografski unicast, S~izvor, F~prosleđivač, D~odredište

Topološki definisan broadcast koristi se za transport podataka iz jednog čvora (izvor) za sve čvorove u okviru pokrivenosti automobilske ad hoc mreže (slika 3).



Slika 3 - Topološki definisan broadcast, S~izvor, F~prosleđivač, F/D~prosleđivač i odredište, D~odredište

Geografski broadcast koristi se za transport podataka iz jednog čvora do svih čvorova unutar geografski ciljane oblasti. Nasuprot topološkom broadcastu, obim je definisan geografskim regionom. Geografski region određenog geometrijskog oblika, kao što su krug ili pravougaonik (slika 4).



Slika 4 - Geografski broadcast, S~izvor, F~prosleđivač, F/D~prosleđivač i odredište, D~odredište

Geografski anycast prenos podataka iz jednog čvora na bilo koji od čvorova unutar geografske oblasti. U odnosu na geografski broadcast, sa geografski anycast paket se ne prosleđuje unutar geografske oblasti, kada je paket već stigao u tu oblast.

5. BEZBEDNOST PODATAKA

Bezbednost u VANET-u je od ključnog značaja jer se njeno ugrožavanje direktno odnosi na kritične situacije

opasne po život. Imperativ je da se vitalne informacije ne mogu ubacivati ili modifikovati od strane zlonamernih osoba. Sistem mora biti u stanju da utvrdi odgovornost vozača održavajući njihovu privatnost. Ovi problemi su teško rešivi zbog veličine mreže, brzina vozila, njihovog relativnog geografskog položaja...

Napadi se mogu svrstati u tri osnovne grupe:

- one koje predstavljaju pretnju za dostupnost,
- onih koji predstavljaju pretnju za autentičnost,
- onih koji predstavljaju pretnju za poverljivost.

5.1 Pretnja za dostupnost

Identifikovano je više pretnji raspoloživosti vozilo-vozilo i vozilo-infrastruktura komunikacije (uključujući funkciju rutiranja) a neke od njih su:

•DoS (Denial of Service Attack) napadi mogu da se vrše od strane članova koji se nalaze unutar ili izvan mreže i čine mrežu nedostupnom korisnicima pa takva ometanja budu verovatno sa katastrofalnim posledicama. Poplave kontrolni kanal sa velikom količinom veštački generisanih poruka, tako da čvorovi, OBU i RSU ne mogu da obrade višak podataka.

•Zlonamerni programi (Malware): uvođenjem zlonamernih programa, kao što su virusi, u VANET postoju potencijal da izazovu ozbiljne poremećaje na rad sistema. Malware napadi se najverovatnije sprovode od lažnih insajdera, a mogu se uneti u mrežu kada OBU i RSU ažuriraju svoj softver.

5.2 Pretnja za autentičnost

Pružanje autentičnosti u automobilskim mrežama obuhvata zaštitu čvorova od napada iznutra i/ili spolja infiltriranih koristeći lažni identitet, potiskivanje identifikovanih napada, menjanja poruke, lažnih GPS signala kao i otežavanje uvođenja dezinformacija u mrežu. Primeri različitih napada su:

•GPS varka: GPS satelit održava tabelu sa geografskim lokacijama i identitetima svih vozila na mreži. Napadač može prevariti vozila da pomisle da su na drugom mestu generisanjem lažnih očitavanja u GPS uređaju sistema pozicioniranja. Tako je moguće kroz upotrebu GPS satelitskog simulatora generisati signale koji su jači od onih koje generiše pravi satelit.

•Tunel: napadač koristi trenutni gubitak informacija o poziciji kada vozilo ulazi u tunel i pre nego što dobije nove informacije o lokaciji napadač ubacuje pogrešne podatke u ugrađene jedinice.

5.3 Pretnja za poverljivost

Poverljivost poruka razmenjenih između čvorova jedne automobilske mreže je posebno ugrožena od tehnika kao što su nelegitimno prikupljanje poruka preko prisluškivanja i prikupljanje informacija o lokaciji na preko prenosa poruka. U slučaju prisluškivanja, insajdera i/ili autsajder napadači mogu da prikupe informacije o saobraćaju bez njihovog znanja i koriste informacije u vreme kada korisnik nije svestan. Privatnost lokacija i anonimnost su važna pitanja za korisnike vozila. Privatnost podrazumeva zaštite korisnika od lažnog položaj u prostoru i vremenu.

5.3 Digitalni potpis

Potvrda identiteta sa digitalnim potpisom je dobar izbor za VANET. Pošiljalac poruke potpisuje poruku koristeći simetrični algoritmom, a zatim emituje ovu poruku sa

potpisom (ali što je najvažnije, nije ključ). Nedugo potom, pošiljalac emituje ključ i sve upućuje da je ovo bio ključ koji ne treba koristiti u budućnosti. Prijemnici čuvaju originalnu poruku dok ne prime ključ i provere potpis.

6. APLIKACIJE

Aplikacije koje rade zahvaljujući ovom sistemu mogu se podeliti na dve grupe: aplikacije za bezbednost i aplikacije za efikasnost saobraćaja.

6.1 Bezbednost

Aplikacije za bezbednost se koriste kada se vozilo nađe u nekoj od situacija i kada mu je potrebna adekvatna informacija radi izbegavanja neželjenih efekata. Kao primer za ovu vrstu možemo navesti upozorenje na sudar sa zadnje strane. Tokom normalne vožnje, vozila koja imaju opremu, dele relevantne informacije kao što su pozicija, brzina i odstojanje. Da bi se predvidela kritična situacija, svako vozilo prati postupke svog vozača kao i ponašanje svih drugih obližnjih vozila. Kada vozilo detektuje kritičnu blizinu, vozilo upozorava vozača preko vizuelnog, auditivnog i/ili vibracionog obaveštenja. Dakle, vozač će imati dovoljno vremena da interveniše i izbegne sudar.

6.2 Efikasnost

Saobraćajna efikasnost (unutar CAR 2 CAR sistema) odnosi se na slučajevne slanje informacija onome ko upravlja saobraćajem (saobraćajna policija) ili direktno vozačim. Kao primer možemo navesti napredno generisanje putanje. Kada se vozilo opremljeno ovim sistemom kreće putem, vozilu se šalje informacija o aktuelnim i očekivanim uslovima saobraćaja u celom regionu ili samo najbolja ruta za navigaciju vozila. Vozilo koristi ove informacije da obavesti vozača o očekivanim kašnjenjima ili postojanju boljih puteva zbog uslova saobraćaja. Pošto ovaj slučaj korišćenja usmerava saobraćaj van zakrčenih oblasti, ukupan transportni sistem postaje efikasniji uz korišćenje alternativnih pravaca koji nisu zagušeni.

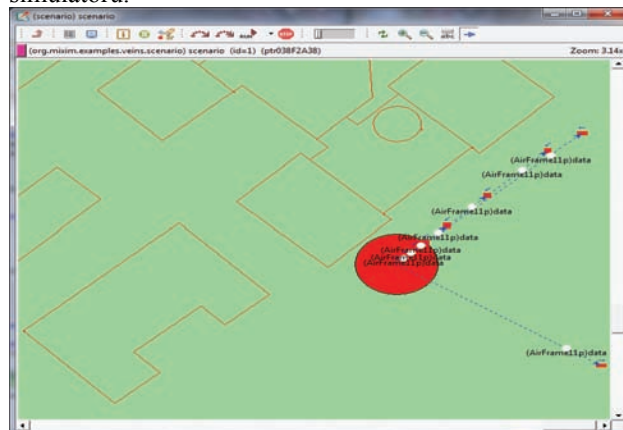
7. VEINS (*Vehicles in Network Simulation*)

Veins je najpoznatiji među alatima za simulaciju automobilske mreže. Veins je open source softver za pokretanje simulacije automobilske mreže. On se zasniva na dva afirmisana simulatora: OMNeT++ koji definiše događaje na bazi mrežnog simulatora i SUMO koji je simulator drumskog saobraćaja. Dakle, dva međusobno zavisna procesa se istovremeno prikazuju, odnosno mrežni simulator i simulator drumskog saobraćaja. Oba procesa dele podatke kao što su položaj i brzina simuliranih vozila, dok su ostali podaci kao što su radio sistem i planirani pravac lokalni za mrežni simulator ili simulator drumskog saobraćaja. Ažuriranja informacija o simuliranim vozila se vrše u redovnim intervalima. Ovo rezultira u dve faze tokom naizmenične spregnute simulacije:

1. Dok mrežna simulacija radi, on šalje parametarske promene drumskom saobraćaju, na primer, menjanje ponašanja vozača i uticaj na usmeravanje. Simulaciono vreme se tada pomera samo u mrežnom simulatoru.

2. U redovnim intervalima, drumski saobraćaj obavlja simulacija saobraćajnih proračuna na osnovu tih novih parametara kretanja vozila i šalje ažuriranja za simulaciju

mreže. Simulaciono vreme se tada pomera samo u simulatoru drumskog saobraćaja. Na ovaj način, oba simulatora su čvrsto spojena i SUMO je samo u stanju da izvrši simulaciju korak nakon svih događaja u mrežnom simulatoru.



Slika 5 - VEINS simulacija

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisane su osnovne karakteristike sistema za međuautomobilsku komunikaciju, arhitektura sistema, instalirane i podržane aplikacije kao i simulacioni softver. Cilj ovog rada je upoznavanje sa, za naše prostore, novim tehnologijama koje se u svetu počinju primenjivati u cilju povećanja bezbednosti svih učesnika u saobraćaju kao i povećanje udobnosti i efikasnosti saobraćaja. Ovakvi sistemi bi na našim prostorima imali veliki značaj. Detaljniji opis dat je u radu.

9. LITERATURA

- [1] Christoph Sommer: *Car-to-X Communication in Heterogeneous Environments*
- [2] Sherali Zeadally, Ray Hunt, Yuh-Shyan Chen, Angela Irwin, Aamir Hassan: *Vehicular ad hoc networks (VANETS): status, results, and challenges*
- [3] VEINS tutorial
- [4] Vehicular Ad-Hoc Networks Simulation Using OMNeT++ and SUMO
- [5] Gokhan Korkmaz, Fusun Ozguner, Eylem Ekici, Umit Ozguner, Department of Electrical and Computer Engineering Columbus, *Urban Multi-Hop Broadcast Protocol for Inter-Vehicle Communication Systems*
- [6] CAR 2 CAR Communication Consortium Manifesto

Kratka biografija:



Danilo Terzić rođen je u Pljevljima 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Komunikacione tehnologije i obrada signala odbranio je 2013. god.

IMPLEMENTACIJA PODLOGE ZA SARADNJU KROKI ALATA ZA SKICIRANJE POSLOVNIH APLIKACIJA SA ALATIMA ZA UML MODELOVANJE OPŠTE NAMENE**IMPLEMENTATION OF BASIS FOR COOPERATION BETWEEN KROKI TOOL FOR SCETCHING BUSSINES APPLICATIONS AND UML MODELING TOOLS**

Željko Ivković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana implementacija import i export funkcija za Kroki alat za skiciranje poslovnih aplikacija. Opisan je postupak mapiranja metamodela Kroki alata na Eclipse UML2 metamodel. Eclipse UML2 biblioteka omogućava snimanje i učitavanje UML modela u različitim standardnim formatima koji su podržavani od strane većine UML alata za modelovanje.

Abstract – The paper presents implementation of import and export functions for Kroki mockup tool and describes the process of mapping Kroki's metamodel to Eclipse UML2 metamodel. Eclipse UML2 metamodel is a java library that provides save and load of UML models using different standard formats supported by most modeling tools.

Ključne reči: import, export, KROKI alat, Eclipse UML2

1. UVOD

Zadatak ovog rada je implementacija podloge za dvosmernu komunikaciju (import i eksport) Kroki alata za skiciranje poslovnih aplikacija sa UML alatima za modelovanje opšte namene.

Kroki alat omogućava skiciranje aplikacija poslovnih sistema korišćenjem grafičkog editora formi, na način koji je blizak krajnjem korisniku. Implementiranjem import i export funkcionalnosti biće omogućeno projektantima da koriste alate sa kojima su već upoznati za kreiranje modela poslovnih sistema, a zatim da prebacivanjem tih modela u Kroki alat dobiju inicijalnu specifikaciju korisničkog interfejsa koju odmah mogu da isprobaju sa krajnjim korisnikom.

Export funkcionalnost treba da omogući da se elementi poslovnog sistema koje je kreirao korisnik u Kroki alatu mapiraju na elemente modela koji se može sačuvati u nekom od standardnih formata za razmenu modela između alata za modelovanje.

Import funkcionalnost treba da omogući import modela iz nekog standardnog formata i mapiranje njegovih elemenata na elemente koje koristi Kroki alat.

2. KROKI ALAT

Kroki alat namenjen je za skiciranje formi i njihovih međusobnih veza.

Na slici 2.1. prikazan je izgled glavnog prozora Kroki alata. Kao što je navedeno u [1], sastoji se od:

- Komponente tipa stabla za kreiranje i prikaz hijerarhijske strukture poslovnih sistema i podsistema i njihovog sadržaja (gornji levi ugao)
- Prostora za skiciranje ekranskih formi, podeljenog u jezičke – tabove (centralni deo alata). Svakoj formi koja je u datom trenutku otvorena dodeljuje se jedan tab.
- Palette komponenti koje se mogu smeštati na formu (desna strana alata)
- Panela za podešavanje osobina selektovane forme ili neke njene komponente (donji levi ugao).
- Konzole za brzo kreiranje formi korišćenjem komandnog jezika

Kroki alat je skoncentrisan na specifikaciju „krupnih“ (course-grained) gradivnih elemenata aplikacije (formi, podsistema, izveštaja i sl), kao što je navedeno u [1] Zahvaljujući ovome omogućen je razvoj modela na visokom nivou apstrakcije, što doprinosi bržem razvoju i lakšoj čitljivosti modela. U fazi specifikacije, kreiranje i pokretanje skica se koristi u funkciji smanjivanja neodređenosti i savlađivanja barijera u komunikaciji sa korisnikom. Elementi koji se koriste za kreiranje skica po grafičkom izgledu odgovaraju samom izgledu elemenata u izgenerisanoj aplikaciji poslovnog sistema i zato korisnici mogu brže da nauče da koriste Kroki alat.

Kroki alat implementira konkretnu sintaksu EUIS (Enterprise User Interface Specification) DSL-a (Domain Specific Language) [1]. EUIS DSL je jezik za specifikaciju korisničkog interfejsa poslovnih aplikacija na visokom nivou apstrakcije. U Kroki alatu EUIS DSL je implementiran kao UML profil u kojem su proširene metaklase *Element*, *Class*, *Property*, *Operation*, *Parameter*, *Constraint* i *Package*.

Elementi KROKI alata koji su korišćeni prilikom implementacije import i export funkcionalnosti su: podsistemi, standardne forme, izveštaji i zoom mehanizam.

2.1. Standardna forma

Standardna forma predstavlja formu za prikaz podataka, prikaz polja za unos podataka i dodatnih akcija koje se mogu izvršiti nad podacima.

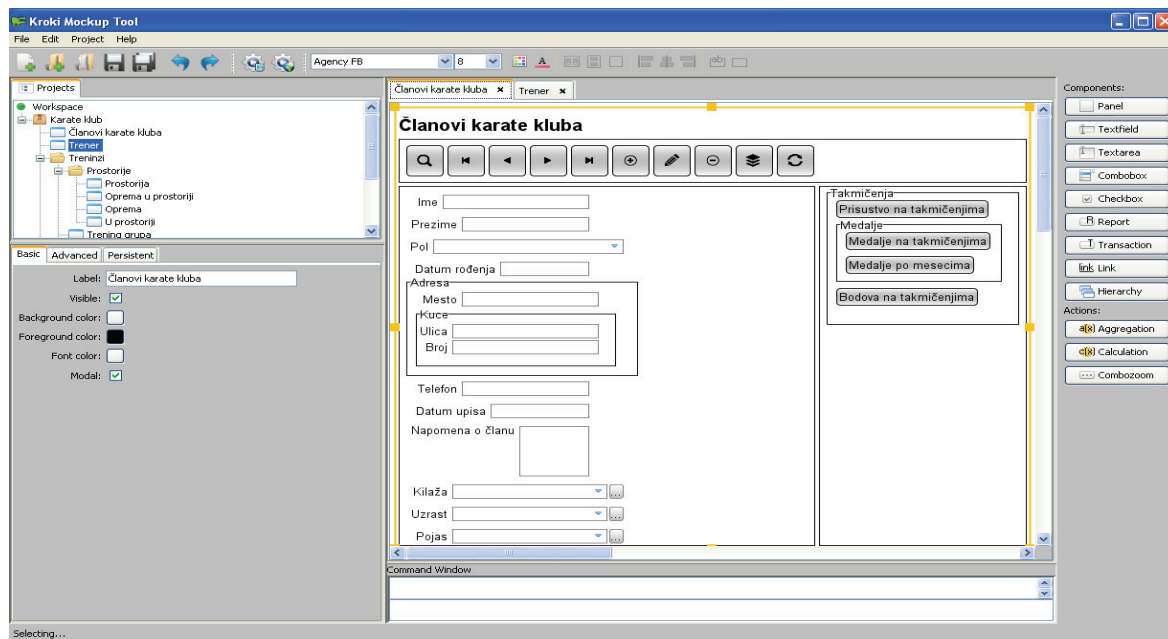
Na slici 2.1. dat je primer standardne forme *Članovi karate kluba*.

Standardna forma sadrži tri razdvojene grupe elemenata:

1. Grupu elemenata na kojoj se nalaze toolbar elementi. To su opcije zajedničke za sve standardne forme.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Milosavljević, docent.



Slika 2.1. Prikaz Kroki alata

2. Grupu elemenata koja sadrži polja za unos i zoom polja.
3. Grupu elemenata koja sadrži dodatne akcije koje se mogu izvršiti za datu standardnu formu. To mogu da budu akcije koje pokreću kreiranje i prikaz izveštaja ili definisanih transakcija.

2.2. Zoom mehanizam

Zoom mehanizam omogućava da se iz jedne standardne forme referencira podatak iz druge standardne forme. Zoom mehanizam je realizovan kao combo-box koji sadrži vrednosti koje se mogu izabrati. Ako se odgovarajuća vrednost ne nalazi među ponuđenim vrednostima pored njega se nalazi i dugme kojim se otvara druga forma i u kojoj se izabere vrednost čiji identifikator se prenosi u polje za unos prve standardne forme. Na slici 2.1. to su polja *Kilaža*, *Uzrast* i *Pojas*.

3. ECLIPSE UML2

Eclipse je besplatan alat koji omogućava razvoj softverskih aplikacija. Podržava različite vrste programskih jezika. EMF (*Eclipse Modeling Framework*) je deo Eclipse alata koji omogućava kreiranje modela softverskih aplikacija i generisanje koda na osnovu kreiranih modela. Za modelovanje se koriste elementi Eclipse UML2 metamodela.

Eclipse UML2 je EMF bazirana implementacija UML 2.x OMG (*Object Management Group*) metamodela, kao što je navedeno u [2].

OMG grupa, kao što je navedeno u [3], je internacionalni neprofitni konzorcijum za kompjutersku industriju, koji se bavi utvrđivanjem standarda za modelovanje softverskih sistema, kao što je UML standard [4].

Eclipse biblioteka koja sadrži Eclipse UML2 metamodel, omogućava snimanje i učitavanje UML modela u različitim formatima.

Za implementaciju import i export funkcionalnosti korišćen je samo podskup elemenata Eclipse UML2 metamodela, i to su: *Model*, *Package*, *Class*, *Property*, *Operation* i *Association*.

3.1. Camel case notacija

Camel case notacija, kao što je navedeno u [5], predstavlja pisanje rečenica tako što se reči u rečenici ne razdvajaju praznim mestima, već se reči pišu spojene jedna sa drugom. Da bi se razlikovale različite reči u rečenici, prvo slovo svake reči se prebacuje u odgovarajuće veliko slovo, a sva ostala slova reči se prebacuju u odgovarajuća mala slova.

Camel case notacija se koristi za davanje naziva elemenata Eclipse UML2 modela. Za nazive instanci *Model*, *Package* i *Class* elemenata prvo slovo prve reči u nazivu se prebacuje u odgovarajuće veliko slovo, dok se za nazive instanci *Attribute*, *Operation* i *Property* elemenata prvo slovo prve reči prebacuje u odgovarajuće malo slovo, a ostale reči u nazivu prate camel case notaciju.

U Kroki alatu nazivi elemenata koriste notaciju gde je svaka reč u rečenici razdvojena praznim mestom. Iz ovog razloga prilikom mapiranja elemenata nazivi se moraju transformisati u odgovarajuću notaciju.

4. MAPIRANJE ELEMENATA

Za realizaciju import i export funkcionalnosti korišćen je podskup elemenata EUIS metamodela koji koristi Kroki alat i Eclipse UML2 metamodela. Mapiranja metaklasa EUIS DSL-a u okviru Kroki alata na odgovarajuće metaklasa Eclipse UML2 metamodela, prikazana su u tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Mapiranja za realizaciju import i export funkcionalnosti

Elementi Kroki alata	Eclipse elementi	UML2
<i>BussinesSubsystem</i>	<i>Model</i>	
<i>BussinesSubsystem</i>	<i>Package</i>	
<i>StandardPanel</i>	<i>Class</i>	
<i>VisibleProperty</i>	<i>Property</i>	
<i>VisibleOperation</i>	<i>Operation</i>	
<i>Zoom</i>	<i>Association</i>	

4.1. Mapiranje između elementa *BussinesSubsystem* i elementa tipa *Model*

BussinesSubsystem u Kroki alatu se koristi za predstavljanje korenskog elementa za ostale podelemente.

Element *Model* odgovara korenskom elementu Eclipse UML2 diagrama i sadrži sve ostale elemente Eclipse UML2 metamodela.

Prilikom implementacije import funkcionalnosti za odgovarajući element tipa *Model* kreira se odgovarajući element tipa *BussinesSubsystem*, a tokom implementacije export funkcionalnosti za element tipa *BussinesSubsystem* kreira se odgovarajući element tipa *Model*.

4.2. Mapiranje između elementa *BussinesSubsystem* i elementa tipa *Package*

Element tipa *Model* sadrži podelemente tipa *Package*, koji takođe mogu da sadrže podelemente koji su tipa *Package*, čime je omogućeno kreiranje hijerarhije elemenata tipa *Package*.

Element tipa *BussinesSubsystem* koji predstavlja korenski element projekta u Kroki alatu sadrži podelemente koji su takođe tipa *BussinesSubsystem* i time je omogućeno kreiranje hijerarhija i podsistema kao logičkih celina u poslovnom sistemu.

Prilikom implementacije import funkcionalnosti se za odgovarajući element tipa *Package* kreira odgovarajući element tipa *BussinesSubsystem*, a zatim se pristupa njegovim paketima i tako rekurzivno sve dok se ne stigne do paketa koji ne sadrži druge pakete. Kreirani *BussinesSubsystem* elementi po hijerarhiji odgovaraju hijerarhiji *Package* elemenata.

Tokom implementacije export funkcionalnosti se za odgovarajući element tipa *BussinesSubsystem* kreira odgovarajući element tipa *Package*. Za svaki *BussinesSubsystem* element se rekurzivno prolazi kroz njegove podelemente tipa *BussinesSubsystem* i tako sve dok se ne stigne do elementa koji nema podelemente tipa *BussinesSubsystem*. Kreirani *Package* elementi po hijerarhiji odgovaraju hijerarhiji *BussinesSubsystem* elemenata.

4.3. Mapiranje između elementa *StandardPanel* i elementa tipa *Class*

Metaklasa *StandardPanel* u okviru Kroki alata predstavlja panel namenjen za pregled i ažuriranje podataka iz jedne tabele, kao što je objašnjeno u Poglavlju 2. Ona se mapira na metaklasu *Class* u okviru Eclipse UML2 metamodela.

Instance metaklase *StandardPanel* mogu biti elementi instanci metaklase *BussinesSubsystem* u okviru Kroki alata. Instance metaklase *Class* mogu biti elementi instanci metaklase *Model* i *Package*.

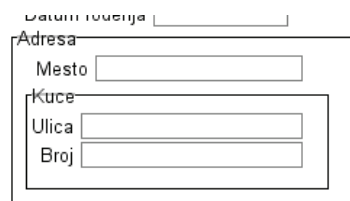
Prilikom implementacije import funkcionalnosti za element tipa *Class* se kreira odgovarajući element tipa *StandardPanel*, a tokom implementacije export funkcionalnosti se za element tipa *StandardPanel* kreira odgovarajući element tipa *Class*.

4.4. Mapiranje između elementa *VisibleProperty* i elementa tipa *Property*

Elementi tipa *VisibleProperty* predstavljaju polja za unos u okviru standardnih formi Kroki alata (instanci klase *StandardPanel*). Elementi tipa *VisibleProperty* su

podelementi instanci *StandardPanel* klase. Mapiraju se na obeležja klase u okviru UML2 biblioteke. Obeležja klase su elementi tipa *Property*, koji su podelementi instance klase *Class*.

Prilikom implementacije import funkcionalnosti za odgovarajući element tipa *Property* kreira se odgovarajući element tipa *VisibleProperty*, a tokom implementacije export funkcionalnosti se za element tipa *VisibleProperty* kreira odgovarajući element tipa *Property*. U okviru standardnih formi Kroki alata moguće je kreirati grupe i podgrupe polja za unos koristeći elemente tipa *ElementsGroup*, kao što je prikazano na slici 4.1.



Slika 4.1. Hijerarhija polja za unos

Za kreirani *Property* element, naziv se sastoji od naziva *VisibleProperty* elementa i naziva svih *ElementsGroup* elemenata u hijerarhiji u kojima se nalazi *VisibleProperty* element.

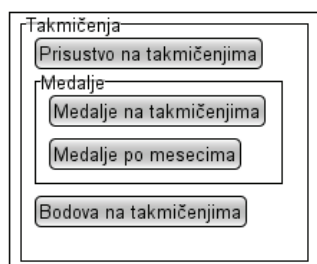
U Kroki alatu podržani su različiti tipovi polja za unos u zavisnosti od vrednosti koja se može uneti u odgovarajuće polje, takođe i obeležja klase mogu imati postavljen tip vrednosti koje odgovara obeležju.

Za tip vrednosti obeležja može da bude postavljen element tipa *Enumeration*. Ovaj element predstavlja definisane vrednosti koje obeležje može da sadrži. Definisane vrednosti odgovaraju elementima *EnumerationLiteral* koji su podelementi instance *Enumeration* klase. Prilikom implementacije import funkcionalnosti kreira se odgovarajuće polje za unos kojem se određuju definisane vrednosti koje odgovaraju *EnumerationLiteral* podelementima. Prilikom implementacije export funkcionalnosti, za polje za unos koje ima definisane vrednosti kreira se odgovarajući *Enumeration* objekat sa *EnumerationLiteral* podelementima. Za sve ostale tipove polja za unos kreira se objekat tipa *PrimitiveType* koji se postavlja kao tip vrednosti za obeležje klase.

4.5. Mapiranje između elementa *VisibleOperation* i elementa tipa *Operation*

Elementi tipa *VisibleOperation* predstavljaju dodatne akcije u okviru standardnih formi Kroki alata (instanci klase *StandardPanel*). Dodatne akcije mogu biti izveštaji ili transakcije. Elementi tipa *VisibleOperation* su podelementi instanci *StandardPanel* klase. Mapiraju se na operacije klase u okviru UML2 biblioteke. Operacije klase su elementi tipa *Operation*, koji su podelementi instance klase *Class*.

Prilikom implementacije import funkcionalnosti za odgovarajući element tipa *Operation* kreira se element tipa *Report*, koji predstavlja izveštaj kao dodatnu akciju. Tokom implementacije export funkcionalnosti se za element tipa *VisibleOperation* kreira odgovarajući element tipa *Operation*. U okviru standardnih formi Kroki alata moguće je kreirati hijerarhije dodatnih akcija koristeći elemente tipa *ElementsGroup*, kao što je prikazano na slici 4.2.



Slika 4.2. Hijerarhija dodatnih akcija

Za kreirani *Operation* element naziv se sastoji od naziva *VisibleOperation* elementa i naziva svih *ElementsGroup* elemenata u hijerarhiji u kojima se nalazi *VisibleOperation* element.

4.6. Mapiranje između elementa *Zoom* i elementa tipa *Association*

Zoom element predstavlja zoom polje, koje implementira zoom mehanizam kao što je objašnjeno u poglavlju 2.2. *Zoom* element je podelement *StandardPanel* elementa.

Element tipa *Association* predstavljaju vezu asocijacije između elemenata tipa *Class*. Može biti podelement instanci klasa *Model*, *Package* i *Class*. Element tipa *Association* je preko instance *Property* klase povezan na *Class* elemente koje povezuje.

Prilikom implementacije import funkcionalnosti za *Association* elemente koji predstavljaju One-To-Many vezu kreira se odgovarajući *Zoom* element. Da bi *Association* element predstavljao One-To-Many vezu, jedan kraj asocijacije mora za gornju granicu kardinaliteta imati postavljenu vrednost 1, a drugi kraj asocijacije mora imati postavljenu vrednost n (koja označava proizvoljan broj). Koju standardnu formu referencira zoom polje određuje se na osnovu tipa vrednosti koja je postavljena za element tipa *Property* kojem je za gornju granicu kardinaliteta postavljena vrednost 1. Kao tip vrednosti postavljena je instanca klase koju povezuje asocijacija, a za koju je već kreirana odgovarajuća instanca klase *StandardPanel*.

Zoom polje će biti podelement standardne forme koja odgovara klasi koja je postavljena za tip vrednosti *Property* elementa drugog kraja asocijacije.

Prilikom implementacije export funkcionalnosti, za *Zoom* element kreira se odgovarajući *Association* element koji povezuje klase koje odgovaraju: standardnoj formi koja sadrži zoom polje i standardnoj formi koju referencira zoom polje. Za kraj asocijacije koji povezuje klasu koja odgovara standardnoj formi koju referencira zoom polje za gornju granicu kardinaliteta postavlja se vrednost n, a za drugi kraj asocijacije postavlja se vrednost 1.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu implementirana je razmena modela između Kroki alata za skiciranje poslovnih aplikacija i UML alata opšte namene. Prikazano je mapiranje elemenata Kroki modela na elemente Eclipse UML2 modela. Eclipse UML2 model se može sačuvati u različitim formatima i mogu se učitavati različiti formati podržani od UML alata za modelovanje.

Realizovana je import funkcionalnost koja omogućava korisnicima da kreirane modele u drugim alatima mogu da učitaju u Kroki alat i time dobiju inicijalni predlog korisničkog interfejsa aplikacije, koji odmah mogu da isprobaju sa korisnicima.

Realizovana je export funkcionalnost kojom je omogućeno da se poslovni sistemi kreirani u Kroki alatu učitaju u alat za modelovanje i nad tim modelom koriste već poznate mogućnosti alata za modelovanje.

Dalji razvoj predviđa da se, prilikom importa, kroz dijalog sa korisnikom, omogućiti da korisnik odredi tip dodatnih akcija (Report ili Transaction) kao i kreiranje složenih, parent-child formi, u situacijama gde za to postoje uslovi (asocijacija između klase sa kardinalitetom 1..n). Na ovaj način bi predložena specifikacija korisničkog interfejsa aplikacije čiji se model importuje bila još bliža finalnom rešenju.

6. LITERATURA

- [1] Milorad Filipović, Vladan Marsenić, Gordana Milosavljević, Igor Dejanović, *KROKI: Alat za interaktivni razvoj poslovnih aplikacija baziran na skicama*, YuInfo, Kopaonik, 2013
- [2] *MDT/UML2/UML2 4.0 Migration Guide*, http://wiki.eclipse.org/MDT/UML2/UML2_4.0_Migration_Guide
- [3] *Object Management Group*, http://en.wikipedia.org/wiki/Object_Management_Group
- [4] *Unified Modeling Language™ (UML®)*, <http://www.omg.org/spec/UML/>
- [5] *Camel case*, <http://en.wikipedia.org/wiki/CamelCase>

Kratka biografija:



Željko Ivković rođen je u Novom Sadu 1989. god. 2008. godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika. Osnovne akademske studije završio je 2012. godine.

IMPLEMENTACIJA I2C MASTER KONTROLERA SA AXI INTERFEJSOM

DESIGN IMPLEMENTATION OF AN I2C MASTER CORE WITH AXI INTERFACE

Dejan Đumić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen proces implementacije master I2C kontrolera sa AXI interfejsom koji je prvenstveno namenjen kao periferija za Zynq-7000 AP virtuelnu platformu ali može da se koristi i na drugim platformama. Detaljno je opisana specifikacija sistema kao i proces projektovanja kontrolera. Za verifikaciju kontrolera korišćena su dva pristupa: simulacija i formalna verifikacija. Na kraju rada su prikazani rezultati sinteze.

Ključne reči: I2C, AXI, Zynq-7000, Virtuelna platforma, RTL

Abstract – This paper describes design implementation of master I2C core with AXI interface primarily for Zynq-7000 AP virtual platform, but can be also used on other platforms. Paper describes specification and design flow. For verification of controller two approaches were applied: simulation and formal verification. At the end, results of synthesis are presented.

Key words: I2C, AXI, Zynq-7000, Virtual platform, RTL

1. UVOD

U radu je predstavljen proces implementacije I2C kontrolera sa AXI interfejsom. Proces kreće od pisanja specifikacije kojom se definiše funkcionalnost sistema. Nakon toga sledi projektovanje sistema na RTL nivou gde se definišu gradivni blokovi kao i njihova funkcionalnost i osobine. Sledeći korak je kodovanje u VHDL jeziku za opis hardvera. Nakon kodovanja sledi verifikacija sistema i otklanjanje bagova. Poslednji korak je sinteza kontrolera i testiranje.

Realizovani kontroler predstavlja master uređaj an I2C magistrali i može da radi samo u *single-master/multiple-slave* konfiguraciji što znači da na magistrali može da postoji samo jedan master uređaj ali veći broj slave uređaja.

Pored RTL-a, urađen je Linux drajver za ovaj kontroler kao i simulacioni model u SystemC-u, ali oni neće biti prikazani u ovom radu. Korišćenjem Cadence VSP (*Virtual System Platform*) alata izvršena je hardver-softer kosimulacija. SystemC model je korišćen prilikom razvoja softvera za simulaciju pre nego što je RTL bio gotov. Na taj način je omogućeno da se hardver i softer paralelno razvijaju što može da ima veliki značaj jer dovodi do smanjenja TtM(*Time To Market*).

NAPOMENA:

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

2. SPECIFIKACIJA SISTEMA

Specifikacijom je definisana funkcionalnost sistema. Kontroler je master uređaj na I2C magistrali, dok je slave uređaj na AXI magistrali.

U ovom poglavlju dat je pregled I2C protokola, AXI protokola kao i Zynq-7000 platforme.

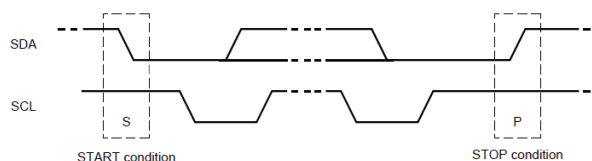
2.1. I2C protokol

I2C je sinhroni serijski protokol koji je razvio Philips. I2C magistrala se sastoji od dve linije, linije za podatke (SDA) i linije za takt (SCL). [3] Svaki uređaj na magistrali ima jedinstvenu adresu (bez obzira koji je uređaj u pitanju) i može da radi kao predajnik ili prijemnik, u zavisnosti od funkcije uređaja. Pored ove podele, uređaji se mogu podeliti u zavisnosti od toga da li su master ili slave. Master je uređaj koji inicira prenos podataka i generiše takt signal, dok je slave uređaj koji je adresiran od strane master-a.

I SDA i SCL su bidirekzione linije, povezane na pozitivni izvor napajanja preko strujnog izvora ili pull-up otpornika. Kada je magistrala slobodna, obe linije su na visokom nivou. Izlazni stepen uređaja koji su priključeni na magistralu treba da bude tipa *open-collector* ili *open-drain* kako bi mogao da obavlja ožičeno-I funkciju (*wired-AND*). Podaci se na magistrali mogu prenositi brzinama do 100 kbit/s u *Standard* modu, do 400 kbit/s u *Fast* modu, do 1 Mbit/s u *Fast Plus* modu ili do 3.4 Mbit/s u *High-speed* modu.

Podaci na SDA liniji moraju biti stabilni kada je SCL na visokom nivou, linija za podatke može da se menja samo kad je takt na niskom nivou.

Sve transakcije na I2C magistrali počinju sa START uslovom i završavaju se sa STOP uslovom. Prelaz SDA linije sa visokog na nizak nivo dok je SCL linija na visokom nivou predstavlja START uslov. Prelaz SDA sa niskog na visok nivo dok je SCL na visokom nivou predstavlja STOP uslov. START i STOP uslov su prikazani na slici 1.

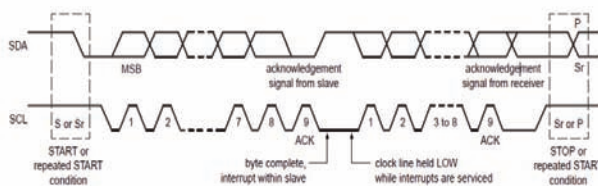


Slika 1 – START i STOP uslov

START i STOP uslov su uvek generisani od strane master-a na magistrali. Nakon START uslova, smatra se da je magistrala zauzeta. Nakon STOP uslova, smatra se da je magistrala opet slobodna.

Podaci koji se šalju preko magistrale moraju biti u bajt formatu, odnosno dužine osam bita. Na broj bajtova koji se mogu poslati preko magistrale ne postoji ograničenje.

Nakon svakog bajta podataka sledi ACK (*acknowledge*) bit. Prilikom transfera podataka prvo ide MSB bit. Na slici 2 je prikazan format podataka.

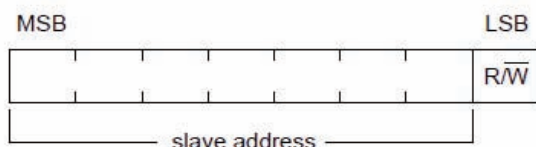


Slika 2 – Format podataka

Nakon svakog poslatog bajta podataka sledi bit koji govori predajniku da li je podatak ispravno primljen i da je prijemnik spreman da prihvati naredni podatak. U formatu podataka, ovo je uvek deveti bit i za njega *master* uvek generiše impuls takta.

ACK (*Acknowledge*) se definiše na sledeći način: tokom devetog perioda SCL signala predajnik otpušta SDA liniju i pušta da prijemnik povuče liniju na nisku vrednost i da je drži stabilnu tokom perioda kada je SCL visok. U slučaju da SDA linija ostane na visokoj vrednosti tokom devete periode takta, smatra se da je stigao NACK (*Not Acknowledge*). U slučaju da se pojavi NACK *master* može da generiše STOP uslov ili da ponovo generiše START kako bi započeo novi transfer.

Prvi bajt koji se šalje nakon START uslova predstavlja adresu uređaja. Adresa je dužine sedam bita i nakon toga sledi osmi bit koji određuje smer komunikacije (R/W bit) – logička nula znači da je u pitanju operacija upisa (*WRITE*), a logička jedinica da je u pitanju operacija čitanja (*READ*). Pošto je dužina adrese sedam bita maksimalan broj uređaja na magistrali koji mogu da budu adresirani od strane *master*-a je 127. Na slici 3 je prikazan format adrese na magistrali.



Slika 3 – Slave adresa i R/W bit

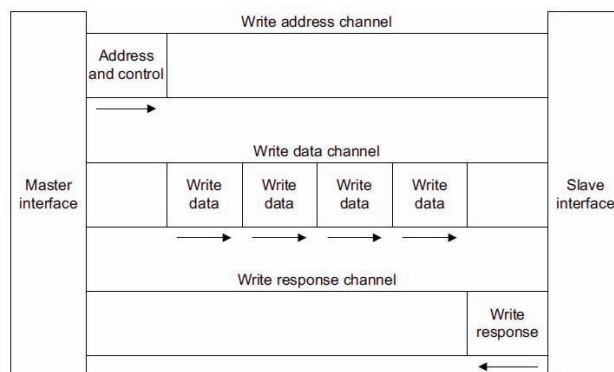
2.2. AXI protokol

I2C kontroler će komunicirati sa procesorom preko AXI 3 interfejsa. AXI protokol je *burst-based* protokol i sastoji se od pet nezavisnih kanala:

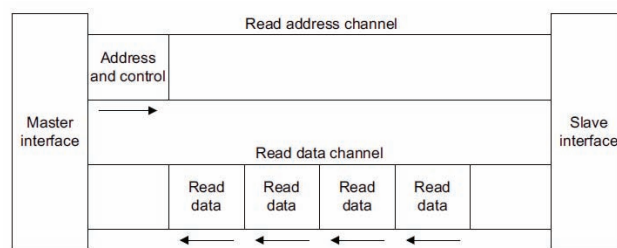
- *Read address* – prenos adrese kod operacije čitanja
- *Read data* – prenos podataka kod operacije čitanja
- *Write address* – prenos adrese kod operacije pisanja
- *Write data* – prenos podataka kod operacije pisanja
- *Write response* – prenos odgovora kod operacije pisanja [2]

Adresnim kanalima se prenose kontrolni podaci koji opisuju prirodu podataka koji će biti preneseni. Prenos podataka se vrši preko jednog od dva moguća kanala:

- Preko *write data* kanala za prenos podataka od *master*-a ka *slave*-u. Kod ovog transfera *slave* koristi *write response* kanal kako bi signalizirao *master* uređaju da je transakcija obavljena (vidi sliku 4)
- Preko *read data* kanala za prenos podataka od *slave*-a ka *master*-u (vidi sliku 5).



Slika 4 – Operacija pisanja preko AXI interfejsa



Slika 5 – Operacija čitanja preko AXI interfejsa

2.3. Zynq-7000 platforma

Zynq-7000 familija je bazirana sa Xilinx *All Programmable SoC* arhitekturi.[1] Ona spaja *dual-core* ARM Cortex – A9 sa Xilinx programabilnom logikom u jednom uređaju.

Zynq-7000 se sastoji od sledećih gradivnih blokova:

- PS (*Processing system*)
 - *Application processor unit* (APU)
 - Memorijski interfejs
 - I/O periferije
 - Interkonekcije
- PL (*Programmable logic*)

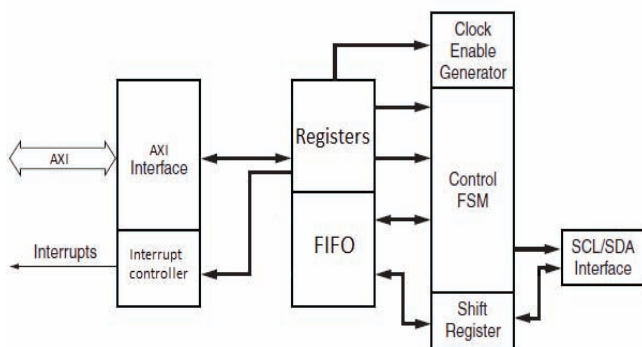
U PL deo Zynq-7000 se mogu dodati moduli koji su sa procesorom povezani preko AXI magistrale. U ovom projektu I2C kontroler je dodat preko M_AXI_GP interfejsa, što znači da je procesor *master* na AXI magistrali, a realizovani I2C kontroler *slave* na AXI magistrali. IRQ linija koja ide sa kontrolera se vezuje na IRQ magistralu koja se vodi na GIC (*Global Interrupt Controller*) kontroler koji se nalazi u PS delu platforme.

Na Zynq-7000 platformi je podignut Linux operativni sistem, u koji je moguće dodati drajver za novi kontroler koji je dodat na platformu. U ovom projektu drajver je razvijen korišćenjem Verum-ovog alata ASD:Suite. Ovaj alat omogućava automatsko generisanje koda na osnovu modela kojim se opisuje ponašanje sistema.

3. PROJEKTOVANJE SISTEMA

Nakon pisanja specifikacije sistem je projektovan na RTL nivou apstrakcije. Utvrđeni su gradivni blokovi sistema kao i njihove osobine i funkcionalnost. Sistem se sastoji od ukupno osam modula. Nakon što je definisana arhitektura sistema svaki od modula je implementiran korišćenjem VHDL jezika za opis hardvera.

Sistem je realizovan prema blok šemi koja je prikazana na slici 6.



Slika 6 – Blok šema uređaja

Moduli od kojih se sastoji sistem su:

- AXI Interfejs
- Kontroler prekida
- FIFO
- Registri
- Kontrolna jedinica (FSM)
- CE (Clock Enable) generator
- Pomerački registar
- SDA/SCL Interfejs

AXI interfejs se koristi za povezivanje kontrolera na AXI magistralu. I2C kontroler predstavlja *slave* uređaj na AXI magistrali. U ovom projektu korišćena je AXI 3 verzija protokola. Za potrebe ovog projekta nije bilo potrebno implementirati celokupan AXI protokol već samo osnovne funkcije kao što su čitanje i pisanje jednog ili dva bajta preko magistrale. Ovaj modul je realizovan kao FSM sa 11 stanja.

Kontroler prekida generiše prekide koji se vode do GIC kontrolera preko IRQ linije. IRQ linija je jednobitna, a kontroler ukupno može da se generiše sedam različitih prekida. Prekidi koje kontroler može da generiše su:

- NACK – Bajt nije uspešno poslat
- COMP – Svi podaci uspešno poslani
- TX_OVF – Prekoračenje dubine FIFO-a
- RX_UNF – Čitanje iz praznog FIFO-a
- RX_OVF – Prekoračenje dubine FIFO-a
- FIFO_ALMOST_FULL – Preostalo mesta za jedan bajt u FIFO-u
- FIFO_ALMOST_EMPTY – Preostao jedan bajt u FIFO-u

FIFO (*First In First Out*) memorija se koristi za privremeno smeštanje podataka. Njegova dubina je 16 bajtova, širina 8 bita. Realizovan je kao sinhrona, cirkularna struktura.

Sistem se sastoji od ukupno 11 registara i oni su podeljeni u tri grupe na osnovu njihove funkcije:

- Konfiguracioni registri
 - Control register
- Registri za podatke
 - Address register
 - Data register
 - Transfer size register
 - Slave Monitor Pause register
 - Time Out register
 - Status register
- Registri za obradu prekida
 - Interrupt Status register
 - Interrupt Mask register
 - Interrupt Enable register
 - Interrupt Disable register

Transakcija na I2C magistrali počinje nakon upisivanja adrese *slave* uređaja u adresni registar. Nakon što se upiše bajt podataka u registar za podatak on se prebacuje u FIFO. Nakon čitanja podatka iz registra za podatke, novi podatak se prebacuje iz FIFO-a u taj registar.

Funkcija kontrolne jedinice je da generiše signale prekida, kontrolne signale za registre, multiplexere, FIFO i pomerački registar kao i komandu za SDA/SCL modul. Kontrolna jedinica je realizovana kao FSM sa ukupno 26 stanja. FSM se nalazi u *idle* stanju dok god ne dobije informaciju da je adresa *slave* uređaja upisana u adresni registar. Nakon toga generišu se kontrolni signali za prebacivanje adrese u pomerački registar i za slanje preko I2C magistrale. Ukoliko nakon poslate adrese stigne ACK signal, FSM u zavisnosti od operacije generiše odgovarajuće kontrolne signale.

Pomerački registar (8 bita) predstavlja interfejs između FIFO-a i SDA/SCL modula. Ovaj registar se koristi za paralelno-serijsku konverziju prilikom operacije pisanja na I2C magistralu i u tom slučaju podatak se prvo prebaci iz FIFO-a u pomerački registar i onda se pomera bit po bit i vodi na SDA/SCL modul.

Prilikom operacije čitanja sa I2C magistrale pomerački registar vrši serijsko-paralelnu konverziju. Podaci stižu bit po bit sa SDA/SCL modula i nakon svakih osam primljenih bita podatak se iz pomeračkog registra prebacuje u FIFO.

CE (*Clock enable*) generator generiše takt signal za SDA/SCL modul u zavisnosti od preskalera. Ovaj takt signal određuje brzinu prenosa preko I2C magistrale. Modul je realizovan kao delitelj takta korišćenjem sinhronog brojača.

SDA/SCL modul generiše signale za SDA i SCL liniju. Funkcija ovog modula je da generiše takt na SCL liniji kao i da šalje i prima podatke preko SDA linije. SDA/SCL modul je realizovan kao FSM sa ukupno 8 stanja. Ovaj modul čita i piše podatke bit po bit koji se privremeno smeštaju u pomerački registar.

4. VERIFIKACIJA

Kontroler je verifikovan korišćenjem dva pristupa: simulacijom i formalnim metodama.

Simulacija je korišćena kako bi se verifikovale neke osnovne funkcionalnosti I2C kontrolera, kao i za verifikaciju pojedinačnih modula. Simulacijom je pokazano da se u sistem ispravno piše i da se iz njega ispravno čita, kao i da se ispravno generišu signali na SDA i SCL liniji. Takođe za potrebe simulacije napravljen je simulacioni model *slave* uređaja u VHDL-u i na taj način je proverena komunikacija na I2C magistrali.

Testbench je pisan u VHDL jeziku i za potrebe simulacije napisano je oko 20 test scenarija. Za simulaciju je korišćen Cadence-ov alat NC-Sim.

Formalna verifikacija je korišćena kako bi se dokazalo da sistem ispravno generiše prekide, kao i da su registri ispravno implementirani.

Za svaki prekid koji kontroler može da generiše napisano je tvrđenje i provereno je korišćenjem Cadence-ovog alata IFV (Incisive Formal Verifier).

Korišćenjem Cadence komande *iregval* izvršena je automatska validacija registara. Ova komanda generiše tvrđenja za ispitivanje da li je *register map* ispravno implementiran u RTL-u. Ova tvrđenja se generišu na osnovu informacija o protokolu preko kod se pristupa registrima, u ovom slučaju to je AXI protokol. Nakon generisanja ova tvrđenja je moguće dokazati pomoću IFV-a.

5. SINTEZA

Sinteza je izvršena korišćenjem Xilinx Vivado alata za Zynq-7000 familiju čipova.

Prilikom sinteze upotrebljeno je 508 *Slice* registara i 572 *Slice* LUT-ova.

Nakon sinteze kontroler ukupno zauzima 1453 ćelija (*Cells*). Tabela 1 prikazuje zauzeće ćelija po modulima.

Tabela 1. *Iskorišćeni resursi prilikom sinteze*

Modul	Broj ćelija
AXI interfejs	314
Kontroler prekida	12
FIFO	290
Registri	246
Kontrolna jedinica	235
CE generator	93
Pomerački registar	125
SDA/SCL interfejs	35

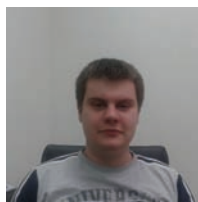
6. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljena je implementacija master I2C kontrolera za Zynq-7000 virtuelnu platformu. Prikazan je celokupan proces, od pisanja specifikacije, preko projektovanja i kodovanja na RTL nivou pa do sinteze. Sistem je verifikovan primenom hardver-sofтвер kosimulacije na virtuelnoj platformi.

7. LITERATURA

- [1] Xilinx, "Zynq-7000 All Programmable SoC Technical Reference Manual", Novembar 2012.
- [2] ARM, "AMBA AXI and ACE Protocol Specification", Septembar 2011.
- [3] NXP, "I2C-bus specification and user manual ", Oktobar 2011.

Kratka biografija:



Dejan Đumić rođen je 27.11.1989. u Bosanskoj Krupi, Bosna i Hercegovina. Osnovnu i srednju školu završio je u Šidu. Osnovne akademske studije je završio na Fakultetu tehničkih nauka 2012.god i nakon toga upisao master studije na istom fakultetu. Diplomski-master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroprocesorski sistemi i algoritmi, odbranio je 2013.god.

FORMALNA VERIFIKACIJA I2C KONTROLERA SA AXI INTERFEJSOM
FORMAL VERIFICATION OF I2C CONTROLLER WITH AXI INTERFACEVlada Kalinić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je verifikacija I2C kontrolera implementiranog na Xilinx Zynq-7000 platformi. Posebno je opisana formalna verifikacija, ponašanje sistema i odziv na određene događaje. Izvršena je analiza i testiranje rada I2C kontrolera.

Abstract – This paper describes verification of I2C controller implemented on Xilinx Zynq-7000 platform. Especially it describes formal verification, behavior of system and response to specific events. I2C controller was analyzed and tested.

Ključne reči: Formalna verifikacija, I2C kontroler, ponašanje sistema na prekide, tvrdnja, SVA.

1. UVOD

Sa porastom složenosti digitalnih dizajna, raste i njihova kompleksnost, što umnogome otežava njihovo testiranje. Uobičajena procena na koju se može naići u literaturi je da verifikacija danas uzima više od 60% od ukupnog vremena potrebnog za razvoj nekog uređaja. Klasični pristupi verifikaciji putem simulacije i direktnih stimulusa su gotovo nemogući u današnje vreme, jer je veoma teško pokriti ceo dizajn stimulusima. Formalna verifikacija zaobilazi ovaj problem jer pretražuje ceo dizajn korišćenjem matematički formalizovanih postupaka, koje je moguće efikasno algoritamski implementirati, i u njima iskazati tvrdnje o zahtevanim osobinama sistema, čija se tačnost može automatski proveriti i dokazati. Softverski alati za formalnu (statičku) verifikaciju, poput Cadence-ovog IFV-a, MentorGraphics-ovog Questa Formal Verification, 360 DV-Design Verifier-a firme OneSpin-Solutions ili Synopsys-ovog Formality-ja, kao i IEEE standardizovani jezici za verifikaciju poput PSL-a (eng. Property Specification Language) [1] ili SVA (eng. SystemVerilog Assertions) [2] su danas industrijski standard dostupan širokom krugu verifikacionih inženjera, nadopunjujući klasične alate za funkcionalnu (dinamičku) verifikaciju.

U daljem tekstu opisana je specifikacija sistema, I2C kontrolera i AXI interfejsa, formalna verifikacija u SVA jeziku i zaključak.

2. SPECIFIKACIJA SISTEMA

Specifikacija predstavlja unapred definisane osobine prilikom dizajniranja sistema. Primer specificiranih osobina sistema, u ovom slučaju I2C kontrolera, je dat u Tabelama 1 i 2.

Tabela 1. Lista prekida prilikom upisa podataka

Ime prekida (eng.)	Opis prekida
FIFO transmit overflow	Prekid se javlja kada uređaj pokuša da upiše u registar za podatke više puta od veličine FIFO-a
Transfer not acknowledged	Slave uređaj je odgovorio sa NACK signalom, ili je master uređaj zabranio prenos pre nego što su svi podaci poslati
FIFO almost empty	Prekid se javlja kada je sadržaj FIFO-a skoro prazan (jedan bajt podatka je preostao za prenos)
FIFO almost full	Prekid se javlja kada je sadržaj FIFO-a skoro pun (preostalo je mesta za još jedan podatak)
Transfer complete	Zadnji očekivan bajt podatka je pristigao

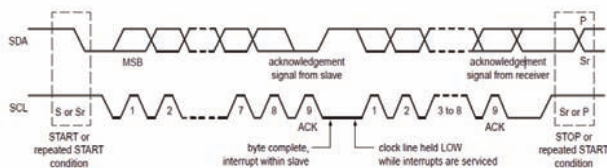
Tabela 2. Lista prekida prilikom čitanja podataka

Ime prekida (eng.)	Opis prekida
FIFO receive underflow	Prekid se javlja kada uređaj pokuša da pročita sadržaj FIFO-a kada je prazan
FIFO receive overflow	Prekid se javlja kada se prekorači dubina FIFO-a. Novi podatak neće biti prihvaćen i sadržaj FIFO-a će ostati nepromenjen
Transfer not acknowledged	Slave uređaj je odgovorio sa NACK signalom, ili je master uređaj zabranio prenos pre nego što su svi podaci poslati.
FIFO almost empty	Prekid se javlja kada je sadržaj FIFO-a skoro prazan (jedan bajt podatka je preostao za prenos)
FIFO almost full	Prekid se javlja kada je sadržaj FIFO-a skoro pun (preostalo je mesta za još jedan podatak)
Transfer complete	Zadnji očekivan bajt podatka je pristigao

NAPOMENA: Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor doc. dr Staniša Dautović.

2.1. I2C magistrala

I2C magistrala poseduje dve linije, SDA za podatke i SCL za klock signal, kojima se prenose podaci između uređaja. Svaki uređaj se prepoznaje pomoću jedinstvene adrese. Uređaji na magistrali mogu biti pošiljaoci ili primaoci, (eng. *master* ili *slave*).



Slika 1. Izgled podataka na I2C magistrali

Na Slici 1. je prikazan izgled podataka na I2C magistrali. Transfer započinje prilikom pojave START sekvence, a obustavlja se prilikom generisanja STOP sekvence. Master uređaj započinje transfer i generiše klock signal. Nakon svakog bajta podataka sledi signal ACK koji govori da li je primalac uspešno primio podatak od pošiljaoca.

U ovom radu verifikacija je vršena na dizajnu koji ima sledeće osobine:

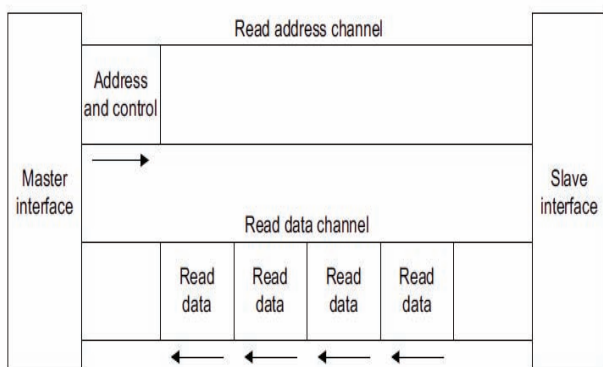
- Start uslov
- Stop uslov
- Signal potvrde (eng. acknowledge)
- 7-bitna adresa uređaja

2.2. AXI magistrala

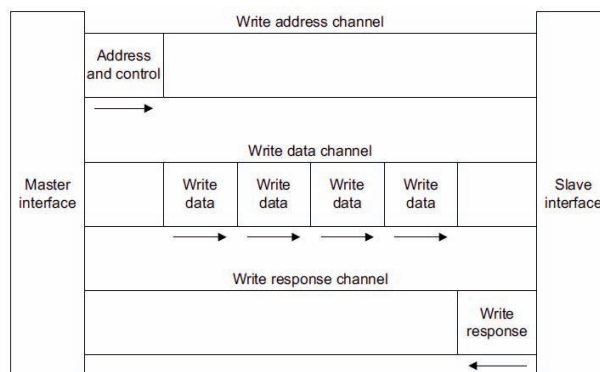
AXI protokol je deo ARM-ovog AMBA standarda. Predviđen je za komunikaciju između uređaja velikih performansi i brzina. AXI magistrala služi da poveže module koji su implementirani u programabilnoj logici Xilinx Zynq-7000 platforme sa ARM Dual Cortex-A9 procesorom. U ovom radu I2C kontroler komunicira sa ARM A9 procesorom putem AXI interfejsa. AXI modul poseduje pet kanala:

- Čitanje adrese (eng. read address)
- Čitanje podatka (eng. read data)
- Upis adrese (eng. write address)
- Upis podatka (eng. write data)
- Odgovor na upis (eng. write response)

Na Slikama 2. i 3. prikazani su prenosi podataka na AXI magistrali prilikom čitanja i upisa podataka.



Slika 2. Operacija čitanja preko AXI interfejsa



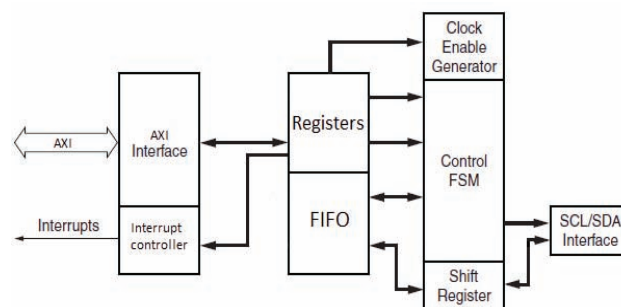
Slika 3. Operacija pisanja preko AXI interfejsa

2.3. I2C kontroler

I2C (eng. Inter-Integrated Circuit) je standardizovana računarska magistrala (eng. bus) sa više mastera i slejvova, razvijena u Philips-u 1982. za povezivanje sporijih perifernih uređaja na matičnu ploču. Primena I2C standarda je kasnije proširena na ugrađene (eng. embedded) sisteme, mobilne telefone i ostale elektronske uređaje. Od 1982. do danas I2C je doživeo 5 revizija standarda (poslednja je iz 2012. godine), koje se uglavnom odnose na praćenje povećanja brzine rada (sa 100KHz 1982. do 5MHz 2012.).

I2C kontroler koji se koristio u ovom radu ima sledeće karakteristike:

- 16-bajtni FIFO
- Normalni i brzi transfer
- 7-bitno adresiranje
- Transfer sa i bez prekida
- 256 bajtova u okviru jednog transfera
- Master režim:
 - o Transfer za upis
 - o Transfer za čitanje



Slika 4. Blok šema I2C kontrolera sa AXI interfejsom

Na Slici 4. je prikazan izgled sistema I2C kontrolera sa AXI interfejsom.

2.4. Prekidi koji se javljaju u sistemu

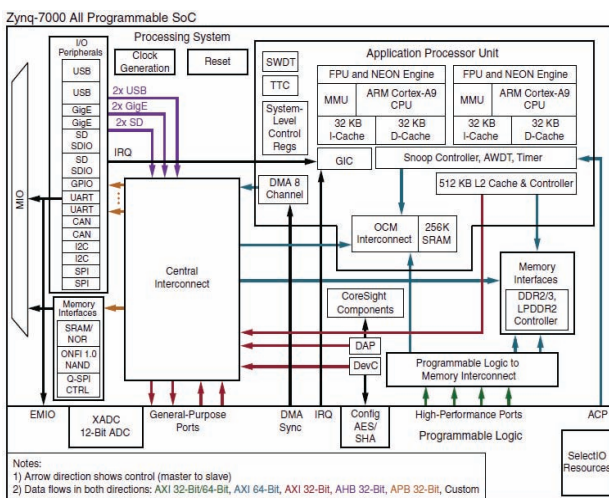
U Tabeli 1 i 2 je prikazana lista prekida koje sistem generiše prilikom određenog događaja koji se javi na ulazu u sistem. Tabela 1 prikazuje listu prekida koji se generišu prilikom pisanja podataka, dok Tabela 2 prikazuje listu prekida koji se generišu prilikom čitanja podataka. Ova lista prekida služi za testiranje sistema prilikom korišćenja formalne verifikacije.

2.5. Xilinx Zynq-7000 AP platforma

Zynq-7000 familija je bazirana na Xilinx AP (eng. All Programmable) SoC (eng. System-on-Chip) arhitekturi. Ova platforma integriše dvojezgarni Cortex-A9 procesor kompanije ARM, sa Xilinx programabilnom logikom [3]. Ovaj uređaj ima visoke performanse, energijski je efikasan, urađen u 28-nm tehnologiji, poseduje mnoštvo periferija.

U programabilni deo Zynq-7000 platforme mogu se dodati moduli koji su sa procesorom povezani preko AXI magistrale. U ovom projektu AXI magistrala služi da poveže I2C kontroler sa platformom.

Na Slici 5. prikazana je blok šema Zynq-7000 platforme. Na Zynq-7000 platformi je podignut Linux operativni sistem, u kojem je moguće dodati drajver za I2C kontroler, koji je dodan na platformu.

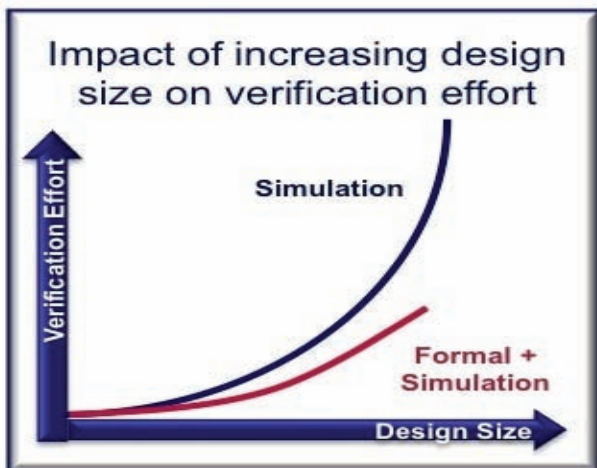


Slika 5. Blok šema Xilinx Zynq-7000 AP SoC

3. FORMALNA VERIFIKACIJA

Kao što je već naglašeno na početku, formalna verifikacija prevazilazi probleme uobičajene simulacije sa direktnim test vektorima.

U ovom radu za formalnu verifikaciju je korišćen *SystemVerilog Assertions* (SVA) jezik. Na Slici 6. je poređenje tradicionalne i formalne verifikacije.

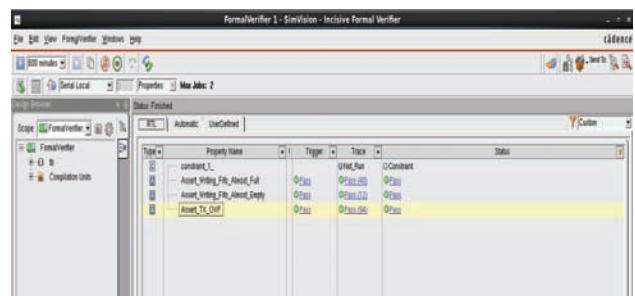


Slika 6. Uporedni prikaz tradicionalne i formalne verifikacije (preuzeto iz [4])

Formalna verifikacija uključuje korišćenje specifikacije projekta u modelu. Metode implementiranja specifikacije projekta se baziraju na različitim tvrdnjama, koji su napisana na SVA jeziku. Formalna verifikacija ima i svoje mane, kao što je ponekad neprihvatljivo dugo vreme za izračunavanje tačnosti tvrdjenja, tj. automatski dokaz da li postoje greške u dizajnu. Ako one postoje, prvo se lociraju i obaveštava se dizajn tim, koji ih ispravlja i vraća nazad na verifikaciju novi dizajn.

3.1. Software za verifikaciju

U ovom radu je korišćen *Incisive Formal Verifier* (IFV) alat firme Cadence, koji ima ugrađenu opciju da prilikom netačnog rezultata pokaže u kom trenutku i u kom stanju nije zadovoljeno neko tvrdjenje o željenom specifikiranom ponašanju sistema. Na Slici 7. je prikazan izgled GUI prozora programa IFV.



Slika 7. Izgled radnog okruženja programa IFV

Prilikom pisanja tvrdjenja korišćene su osobine iz Tabele 1 i 2. SVA jezik ima mnoštvo operatora, tako da čak i neke zahtevne osobine mogu biti jednostavno napisane. Verifikaciono okruženje u kome se nalaze tvrdjenja, dozvoljava uključivanje i nekih ograničenja vezanih za funkcionalnost sistema, korišćenjem ključne reči *constraint* (*assume*), koja ako su potrebna i ispravna, olakšavaju i smanjuju vreme potrebno za računanje. Ako je prilikom računanja tvrdjenja alat utvrdio da je ono nezadovoljeno, IFV dozvoljava prikaz sistema u stanju u kom tvrdjenje ne važi, što olakšava dizajn timu da ispravi eventualnu grešku u dizajnu, ili verifikacionom timu da eventualno koriguje pogrešno formulisano tvrdjenje. Ta faza se zove *Debug* i ona zahteva dosta vremena prilikom verifikacije, jer se u njoj utvrđuje gde se greška nalazi.

3.2. Verifikacija modula

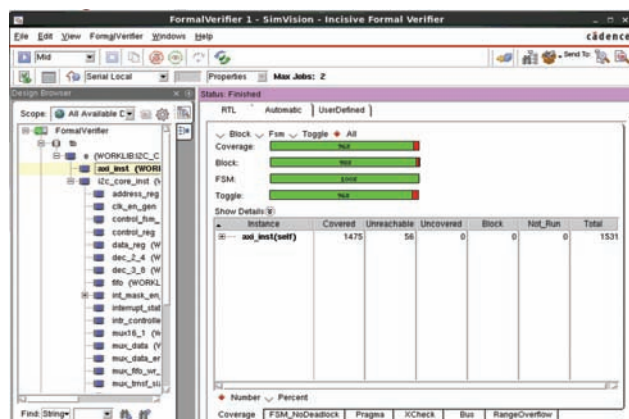
Formalna verifikacija je rađena za module prikazane na Slici 4. Za sve pojedinačne module su pisana posebna tvrdjenja, koja su potom proveravana u programu IFV.

3.3. Automatska provera u alatu IFV

Programski alat IFV ima podršku za automatsku proveru funkcionalnosti sistema. Te provere su:

- *FSM deadlock checks*
- *Pragma checks*
- *Xcheck*
- *Bus*
- *Range Overflow*

Na Slici 8. prikazan je primer automatske provere AXI modula.



Slika 8. Prikaz automatskih provera u IFV

Automatska provera od strane alata IFV je veoma korisna jer daje povratnu informaciju o tome da li u dizajnu ima npr. nepotrebnih stanja.

3.4. Verifikacija Top modula

U ovom delu su pisana tvrdenja za ceo dizajn. Za verifikaciju celog dizajna korišćeni su prekidi iz Tabele 1 i 2. Za svaki od prekida su pisana tvrdenja koja proveravaju funkcionalnost sistema. Ovaj deo zahteva najviše vremena u verifikacionom postupku. Korišćenjem Cadence komande *iregval* izvršena je automatska validacija registara.

Ova komanda generiše tvrdenja za ispitivanje da li je *register map* ispravno implementiran na RTL nivou. Ova tvrdenja se generišu na osnovu informacija o protokolu preko kog se pristupa registrima, u ovom slučaju AXI protokola. Nakon generisanja ova tvrdenja je moguće dokazati pomoću IFV-a.

3.5. Pokrivenost

Metrika pokrivenosti je važna kao povratna informacija prilikom verifikacionog postupka, jer daje informacije o pokrivenosti dizajna. Na pokrivenost dizajna utiču tvrdenja. Za svako tvrđenje se računa pokrivenost, koje alat objedinjuje u ukupnu pokrivenost. Za pokrivenost je korišćen alat firme Cadence, po imenu *Incisive Metric Center* (IMC). Postoje nekoliko tipova pokrivenosti:

- Code coverage:
 - o Block
 - o Expression
 - o Toggle
- FSM
- Functional

U ovom radu ispitani su samo pokrivenost koda (Code) i konačnih automata (FSM).

4. ZAKLJUČAK

Korišćenje formalne verifikacije u vremenu razvoja izuzetno složenih digitalnih sistema olakšava posao verifikacionim timovima, jer formalna verifikacija pretražuje ceo dizajn. Cena ove kompletnosti formalnog dokaza ponekad dolazi uz povećano vreme rada, budući da provera nekih zahtevnijih tvrđenja u složenim dizajnima traje dugo vremena (često i po nekoliko dana). Iz tog razloga poželjno je vršiti formalnu verifikaciju na brzim računarima kao što su namenski serveri ili HPC klasteri, koji mogu da pruže veću procesorsku snagu. Vreme rada se takođe može smanjiti korišćenjem efikasnijih algoritama pretrage, koji smanjuju vremensku složenost postupaka.

5. LITERATURA

- [1] Cindz Eisner and Dana Fisman, “*A Practical Introduction to PSL*”, 2006.
- [2] Srikanth Vijayaraghavan and Meyyappan Ramanathan, “*A Practical Guide for SystemVerilog Assertions*”, 2005.
- [3] Xilinx, “*Zynq-7000 All Programmable SoC, Technical Reference Manual*”, 2012.
- [4] OneSpin, www.onespin-solutions.com.

Kratka biografija:



Vlada Kalinić rođen je u Indiji 27.12.1989. god. Osnovne akademske studije je završio na Fakultetu tehničkih nauka 2012.god i nakon toga upisao master studije na istom fakultetu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroprocesorski sistemi i algoritmi odbranio je 2013.god.

IMPLEMENTACIJA REAL-TIME BAZE PODATAKA SA VREDNOSTIMA DOBIJENIM SIMULACIJOM

IMPLEMENTATION OF REAL-TIME DATABASE WITH SIMULATED VALUES

Nemanja Hranisavljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad opisuje realizovanu Real-Time bazu podataka, koja skladišti simulirane vrednosti nastale simulacijom u MATLAB / Simulink okruženju. Komponenta sistema zadužena za akviziciju i upravljanje bazom podataka ispoljava interfejs preko koga je sa udaljene lokacije omogućeno čitanje simuliranih vrednosti iz baze podataka i slanje komandnih signala u vidu postavljanja vrednosti ulaza simulacionog modela. Rešenje omogućava upotrebu simulacije u okviru SCADA sistema.

Abstract – This paper describes an implemented real-time database, which stores simulated values generated by simulation in MATLAB / Simulink environment. Implemented component responsible for the acquisition and database management exposes an interface that enables reading of simulated values from the database and sending command signals, in the form of setting input values of simulation model, from a remote location. The solution allows the use of simulation in SCADA systems.

Ključne reči: Akvizicija podataka, simulacija, SCADA, DA server, MATLAB, WCF, Real-Time, baza podataka

1. UVOD

Prvi distribuirani sistemi u upravljanju su se pojavili krajem 70-tih godina. Danas se ovaj pojam poistovećuje sa pojmom distribuiranih računarskih upravljačkih sistema DCCS (*Distributed Computer Control Systems*). Oni se primenjuju u postrojenjima procesne industrije (hemiska i petrohemijska postrojenja, rafinerije nafte, železare, čeličane, prehrambena industrija, itd.), diskretnim postrojenjima automobilske industrije, energetskim postrojenjima, kao i brojnim drugim postrojenjima i procesima gde se primenom distribuiranih upravljačkih sistema postiže povećanje produktivnosti proizvodnje, kvaliteta proizvoda, sigurnosti i raspoloživosti postrojenja, fleksibilnosti rada postrojenja, kvaliteta uvida u rad postrojenja i sl.

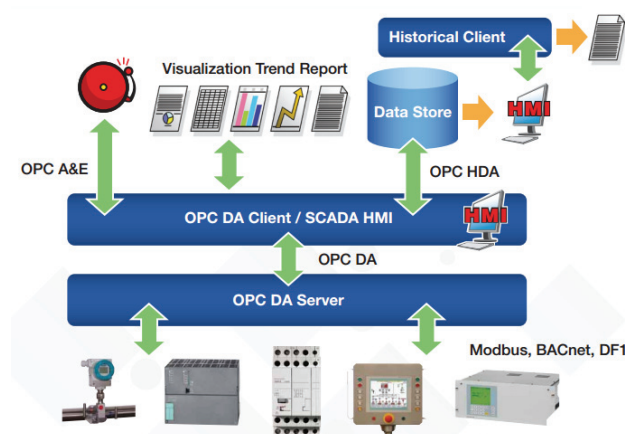
Primer distribuiranih upravljačkih sistema je sistem za nadzorno upravljanje i akviziciju podataka - SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Tipična SCADA nije potpun upravljački sistem, već se fokusira samo na nadzorni nivo. Ona predstavlja softverski paket koji je deo hijerarhijski organizovanog upravljačkog sistema i nalazi se iznad upravljačkih uređaja (najčešće PLC-ova i regulatora) sa kojima je povezana preko komunikacione mreže.

NAPOMENA:

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

Osnovna uloga SCADA sistema jeste najčešće da nadzire, upravlja i alarmira događanja u sistemu sa centralne lokacije. Upravljanje od strane SCADA sistema najčešće se svodi na promenu zadatih parametara upravljanja.

SCADA sistem integriše podsistem za akviziciju podataka sa podsistemom za njihov prenos i HMI softverom kako bi obezbedio centralizovani nadzor i upravljanje brojnih ulaza i izlaza sistema. Takvi sistemi su dizajnirani da prikupljaju informacije iz nadziranog sistema, prenesu ih do centralnog računarskog centra i prikažu informacije operateru grafički ili tekstualno, omogućujući mu da posmatra i upravlja celim sistemom sa te centralne lokacije u realnom vremenu. U zavisnosti od podešavanja sistema, upravljanje nekim individualnim sistemom, operacijom ili zadatkom može biti potpuno automatsko ili izvršeno operatorskim komandama [1].



Slika 1. OPC klasična arhitektura SCADA sistema

SCADA softver je složen i tipično formiran od međusobno spregnutih softverskih komponenti. Na slici je prikazana jedna arhitektura SCADA sistema prema OPC (*Open Platform Communications*) specifikaciji. Ovakva arhitektura je nazvana klasičnom arhitekturom i u njoj najvažniju ulogu ima server veličina ili DA server.

DA server (*Data Acquisition Server*) je zadužen za prikupljanje podataka iz polja i omogućavanje pristupa tim podacima od strane klijenata (HMI, alarmni server...) Zbog prirode sistema, koja zahteva blagovremenu reakciju na događaje u sistemu, centralnu ulogu u DA serveru ima Real-Time baza podataka.

Real-Time baza podataka (RTDBS – *Real Time DataBase System*) je sistem baze podataka koji ima sve karakteristike tradicionalne baze, poput nezavisnosti podataka i kontrole konkurentnosti, ali uz to mora

ispoštovati i dodatno ograničenje, koje se odnosi na rad u realnom vremenu [3]. Poput tradicionalnih baza, RTDBS funkcioniše kao repozitorijum podataka pružajući efikasno skladištenje, preuzimanje i rukovanje informacijama. RTDBS je deo realnog sistema u kome postoje vremenska ograničenja, pa postoji zahtev da se obezbedi određeni stepen poverenja u ispunjavanju tih ograničenja sistema. *Real-Time* baza je baza čije transakcije imaju rokove i često se koriste u računarskim aplikacijama koje zahtevaju blagovremeni pristup podacima. Pojam blagovremenosti je relativan, pa se nekada odnosi na milisekunde, a nekada na minute.

Tipično je da se u *Real-Time* bazi SCADA sistema nalaze izmerene vrednosti iz realnog – nadziranog sistema. Pored takvih, ta baza često sadrži i vrednosti nastale proračunavanjem. U ovde predloženom rešenju vrednosti koje se upisuju u bazu podataka potiču iz simulacije. Stoga, da bi se predloženo rešenje primenilo, preduslov je da se razvije simulacioni model. Kada takav model verno opisuje ponašanje sistema tada se on može upotrebiti kao izvor podataka za SCADA sistem.

Za simulaciju se u ovom rešenju koristi MATLAB/Simulink. Simulink je dodatni paket u MATLAB-u i predstavlja grafički alat koji u velikoj meri olakšava modelovanje i simulaciju dinamičkih sistema [4].

Vrednosti koje se upisuju u bazu podataka potiču iz simulacije, dok se čitanje tih vrednosti, kao i slanje komandi simulaciji (u cilju promene nekih ulaznih veličina) vrši od strane udaljenih klijenata. Interfejs ka klijentima je zasnovan na servisnoj orijentaciji i realizovan upotrebom Microsoft WCF tehnologije (*Windows Communication Foundation*) i TCP transportnoj šemi.

Upotrebljena je servisna orijentacija jer okuplja servise u jedinstvenu logičku aplikaciju. Pristup *Real-Time* bazi podataka je realizovan preko servisa tako da se postupci očitavanja ili izmene izmerenih i simuliranih vrednosti ne razlikuju [2].

Motivi za korišćenje simulacionog modela

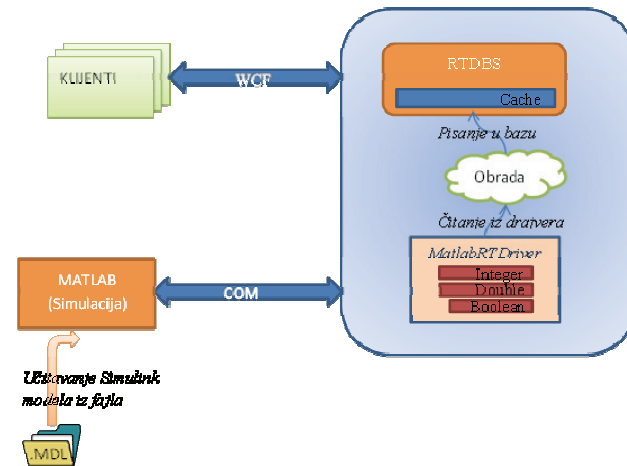
Kada postoji model procesa koji odgovara realnom sistemu, tada se simulacijom tog modela mogu dobiti simulirane vrednosti veličina od interesa u sistemu. Ove vrednosti mogu biti upoređivane sa postojećim merenjima čime bi se mogao uočiti kvar mernog uređaja na osnovu nedozvoljene razlike između izmerene i simulirane vrednosti.

Takođe, vrednosti dobijene simulacijom mogu proširiti skup veličina u nekom sistemu, čime bi klijent/operater dobio dodatne informacije o ponašanju procesa i imao bolju osnovu za donošenje ispravne upravljačke akcije. Korišćenje simulacionog modela omogućuje i implementaciju napredne funkcije koja bi operaterima, omogućila da, pre nego što neka upravljačka akcija bude sprovedena, izvrše analizu ponašanja sistema kada bi ta akcija bila preduzeta u tom trenutku (*what if* analiza).

Kvalitet informacija koje klijent dobija simulacijom u velikoj meri zavisi od kvaliteta modela, zato je jako bitno da model dobro opisuje realni sistem.

2. OPIS ARHITEKTURE REŠENJA

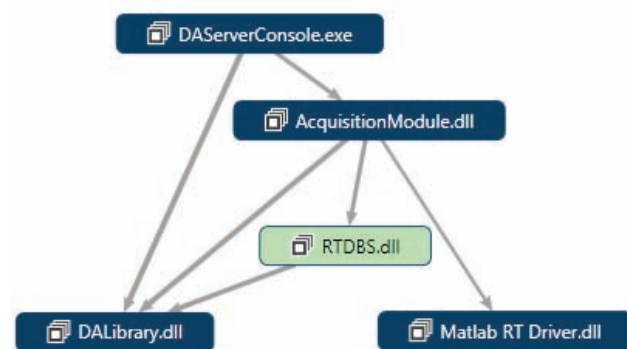
Logička arhitektura sistema je prikazana na slici 2. Za razmenu vrednosti između *Real-Time* baze podataka i Simulink modela upotrebljena je međuprocena komunikacija zasnovana na Microsoft COM tehnologiji. Sa druge strane, više klijenata može biti istovremeno povezano na servis, koji im omogućuje rukovanje *Real-Time* bazom.



Slika 2. Softverska arhitektura rešenja

3. IMPLEMENTACIJA

Softversko rešenje je realizovano upotrebom programskog jezika C# i sastoji se iz više komponenti (slika 3.). *DALibrary.dll* je biblioteka koja sadrži zajedničke klase i interfejse koje koriste ostale komponente, dok su ostale komponente objašnjene u nastavku.



Slika 3. Prikaz komponenti softverskog rešenja

Simulacija u MATLAB / Simulink okruženju

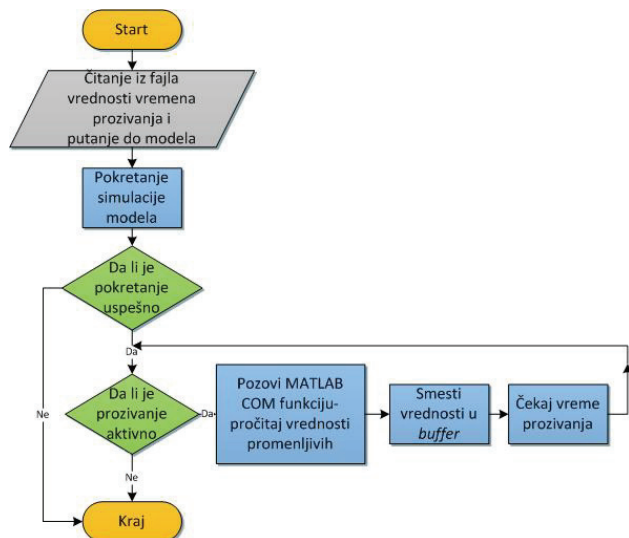
Pokretanjem servisa *Real-Time* baze podataka, na istom računaru se pokreće i MATLAB proces gde se vrši simulacija. Naravno, za simulaciju je neophodan Simulink model (.mdl fajl) i putanja do simulacionog fajla je parametar u konfiguraciji rada sistema tako da je rešenje opšte i može upotrebiti proizvoljan simulacioni model.

Real-Time Windows Target (RTWT) je sastavni deo MATLAB okruženja i omogućava izvršavanje Simulink modela na računarima sa Windows operativnim sistemom. Na ovaj način je moguće koristiti Simulink i MATLAB u *Real-Time* okruženju. On omogućava da se na osnovu Simulink modela generiše C kod, koji se zatim prevodi (kompajlira) u binarnu izvršnu datoteku. Pored

toga, RTWT omogućuje izvršavanje ovog koda i vezu sa Simulink-om, tako da je moguće intereagovanje sa modelom dok traje simulacija. Ovo je iskorišćeno u rešenju tako što se periodično pristupa vrednostima simulacionog modela dok traje simulacija.

Akvizicija podataka

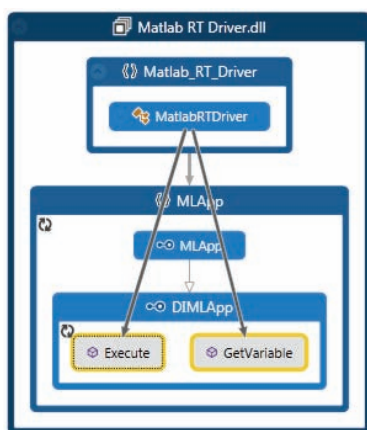
Komponenta *MatlabRTDriver* ima osnovnu ulogu da periodično očitava vrednosti iz simulacije i upisuje ih u odgovarajuću strukturu u programu. Period očitavanja je podesiv i zavisi od osobina simulacionog modela, tako da je postavljen kao parametar koji se čita iz konfiguracione datoteke (slika 4.).



Slika 4. Algoritam čitanja vrednosti izlaza iz modela

Da bi *MatlabRTDriver* mogao da očitava vrednosti svih izlaza iz modela potrebno je tokom formiranja Simulink modela organizovati podatke na sledeći način:

- Izlaze modela koji su istog tipa treba organizovati u niz i tako da zajedno (kao niz) ulaze u blok čiji je naziv Out<tip_izlaza>.
- Ulazi u model moraju ujedno biti i izlazi i povezani na odgovarajući blok (vidi prethodni uslov). Takođe, vrednost ulaza mora biti promenljiva iz MATLAB *workspace*-a.



Slika 5. MATLAB COM interfejs

Kako je ranije pomenuto, komunikacija između implementiranog servisa i MATLAB procesa je izvršena pomoću COM tehnologije. Aplikacija poziva metode

interfejsa (*MLApp*) koji je realizovan od strane MATLAB procesa. Nakon što MATLAB izvrši zahtevanu operaciju, prosleđuje povratnu vrednost programu. Osim operacije čitanja vrednosti izlaza, u programu se koristi i komanda koja menja vrednosti ulaza. Metode koje se ovom prilikom koriste su *Execute()* i *GetVariable()* (slika 5.).

Komponenta *AcquisitionModule* je zadužena za prikupljanje podataka od komponente *MatlabRTDriver* i za upis tih podataka u *Real-Time* bazu podataka.

Konfiguracija podsistema za prikupljanje podataka definiše koje veličine se očitavaju iz drajvera i upisuju u bazu podataka, gde su radi bržeg pristupa podaci o veličinama organizovani u niz. Zbog toga se veličine u *Real-Time* bazi mogu identifikovati upotrebom indeksa, a za njihovo mapiranje na signale u simulaciji je neophodno podesiti sledeće informacije:

- Tip vrednosti,
- Redni broj izlaza u simulacionom modelu,
- Indeks u *Real-Time* bazi, i
- Informacija o tome da li je veličina ujedno i ulaz u model.

Skup ovih informacija za sve veličine u sistemu predstavlja konfiguraciju sistema. Promena konfiguracije kao i podešavanje inicijalnog stanja se vrši čitanjem iz datoteke. Pozivom metode *UpdateServerConfig()* klase *AcquisitionManager* vrši se promena konfiguracije dodavanjem novih ili brisanjem postojećih mapiranja pojedinačnih veličina. Na ovaj način promenu konfiguracije je moguće izvršiti u toku rada servera (dok su klijenti povezani na servis i pristupaju vrednostima modela). Pored toga, ova komponenta ima još jednu značajnu ulogu, a to je da vrši procesiranje pročitanih vrednosti veličina za koje je klijent to specificirao. Pri svakom čitanju vrednosti veličine ona će biti upoređivana sa svojom prošlom vrednošću i ukoliko je ispunjen jedan od sledećih kriterijuma sistem će biti obavešten o tome:

- Razlika između trenutne i prethodne vrednosti veličine je veća od predefinisano parametra,
- Vreme između trenutka prethodnog očitavanja vrednosti od strane klijenta i sadašnjeg trenutka je veće od predefinisano parametra.

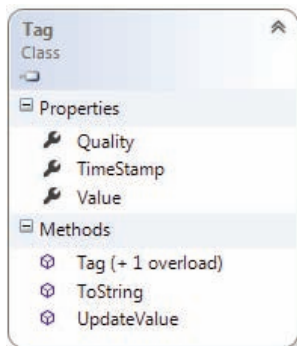
Vrednosti ovih parametara zadaje klijent servisa za svaku od veličina koju želi da procesira na ovaj način.

Real-Time baza podataka

Zbog potrebe da se održava konzistencija između stvarnog stanja spoljašnosti i stanja koje je reflektovano sadržajem u bazi podataka realizovan je koncept vremenske konzistencije. U sistemu baze podataka je svakoj veličini dodeljen atribut *timestamp*, čija vrednost odgovara trenutku poslednjeg upisa vrednosti veličine u bazu. Dodatni atribut *quality* je upotrebljen da opiše meru konzistentnosti, tako da kašnjenjem razlike trenutnog vremena i vremena poslednjeg upisa (*timestamp*), vrednost *quality* se postavlja na „loš kvalitet“.

Na slici je prikazan dijagram klase *Tag* koja predstavlja jednu veličinu u bazi. Metoda *UpdateValue()* vrši upis

nove vrednosti i podešavanje atributa *timestamp* na trenutno vreme.



Slika 6. Klasa *Tag* – predstavlja jednu veličinu u bazi

U rešenju nije izvršena posebna kontrola kod konkurentnog pristupa i određivanja redosleda transakcija za čitanje/upis vrednosti veličina. Uzeta je u obzir pretpostavka da će sve transakcije biti izvršene u očekivanom (kratkim) vremenskom intervalu. Softver je dizajniran tako da periodično vrši očitavanje simuliranih vrednosti i upisuje ih u bazu podataka, i to je realizovano u posebnoj programskoj niti. Upis se ne vrši ni sa jednog drugog mesta. Redosled izvršavanja transakcija je takav da se transakcije iste vrste izvršavaju u redosledu u kom pristižu. Odnosno, ne postoji poseban algoritam za određivanje prioriteta transakcija. Na ovaj način je postignuto da transakcije pisanja u bazu implicitno imaju viši prioritet, jer će biti izvršene pre transakcija čitanja iz baze, usled odgovarajuće sinhronizacije niti. Istu veličinu je moguće čitati iz više niti u istom trenutku. Ukoliko je operacija upisa vrednosti neke veličine u toku, sve ostale niti koje žele da pristupe (čitaju ili pišu) bivaju blokirane. Nakon završetka upisa, prvenstvo ima druga nit koja vrši upis i najduže čeka da izvrši svoju operaciju.

WCF servis

Aplikacija poseduje interfejs ka klijentima koji se nalaze na udaljenoj lokaciji što čini ovaj sistem distribuiranim računarskim sistemom. Servis realizuje interfejs ka klijentima koji im omogućuje:

- Pojedinačno čitanje vrednosti veličina,
- Čitanje više vrednosti veličina odjednom (veličine su organizovane u grupe),
- Upis vrednosti (slanje komande) koja dovodi do promene ulazne veličine u simulacionom modelu,
- Grupisanje veličina, i
- Promenu parametara veličina, i to pojedinačno ili na nivou grupe veličina.

Komponenta sistema *DAConsoleHost* ima ulogu *host* procesa WCF servisa i predstavlja spregu između servisa i baze podataka.

3. ZAKLJUČAK

Opisana arhitektura sa simulacionim modelom kao izvorom podataka, *Real-Time* bazom i WCF servisom za pristup toj bazi, bi uz podatke iz realnog sistema (merjenja) predstavljala moćnu komponentu jednog SCADA sistema. Uz dovoljno veliku procesorsku moć kako bi se numerička izračunavanja izvršila u kratkom vremenskom periodu i kvalitetne simulacione modele koji dobro opisuju realni sistem, funkcionisanje jednog SCADA sistema se može značajno unaprediti.

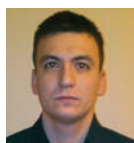
Upotreba MATLAB / Simulink paketa za modelovanje i simulaciju omogućuje jednostavnu izradu proizvoljnog modela i simuliranje složenih modela sa visokim performansama. Integracija sa ovim okruženjem predstavlja značajnu prednost ovog sistema.

Unapređenje ovog rešenja bi se odnosilo na bolju kontrolu konkurentnosti i određivanje prioriteta transakcija u *Real-Time* bazi, integraciju sa MSMQ serverom i realizaciju *pub-sub* mehanizma, i podršku standardnim interfejsima.

4. LITERATURA

- [1] Keith Stouffer, Joe Falco, Karen Kent, „Guide to Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) and Industrial Control Systems Security - Recommendations of the National Institute of Standards and Technology“, NIST Special Publication 800-82, 2006
- [2] Juval Lowy, Programming WCF Services, 3rd Edition, O'Reilly Media, 2010.
- [3] Jan Lindström, Real Time Database Systems, Solid, an IBM Company, 2008.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Simulink>

Kratka biografija:



Nemanja Hranisavljević je rođen 21.02.1989. godine u Smederevu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Distribuirani upravljački sistemi odbranio je 2013. god.

IMPLEMENTACIJA PRISTUPA REAL TIME BAZI PODATAKA U SCADA SISTEMU

IMPLEMENTATION OF DATA ACCESS TO REAL-TIME DATABASE IN SCADA SYSTEM

Mladen Kanostrevac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu realizovan je jedan pristup implementacije interfejsa in-memory real-time baze podataka u SCADA sistemima. Veza real-time baze podataka i klijenata je podržana WCF međuprocenom komunikacijom. Implementaciono rešenje ilustruje ključne elemente distribuiranog rešenja i predstavlja jezgro savremenih SCADA sistema. Po ugledu na OPC specifikaciju, implementirani su slični mehanizmi radi ilustracije mogućnosti i primene.

Abstract – One approach for implementing an interface of in-memory real-time database in SCADA systems is presented in this paper. Communication between real-time database and clients is supported by Microsoft WCF. The implemented solution illustrates key elements of a distributed solution and makes a core of a modern SCADA system. Mechanisms similar to OPC specification are implemented in order to illustrate broad possibilities and applications.

Ključne reči: WCF interfejs, real-time baze podataka, SCADA sistem, server veličina.

1. UVOD

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) je sistem koji služi za automatizaciju industrijskih 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. Uobičajeni analogni signali koje SCADA sistem nadzire (ili upravlja) su nivoi, temperature, pritisci, brzine protoka, brzine motora, itd. Tipični digitalni signali za nadzor (upravljanje) su prekidači nivoa, prekidači pritiska, statusi generatora, releja, motora i sl. Savremeni SCADA sistem može da sadrži stotine hiljada ulazno-izlaznih vrednosti [1]. Kao što i samo ime kaže, SCADA nema potpunu kontrolu nad sistemom, već je više fokusirana ka ulozi nadgledanja. Kao takva, ona je softverski paket koji je pozicioniran u hijerarhijski uređenom upravljačkom sistemu iznad hardvera na koji je povezana, uglavnom 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, 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 [2].

U SCADA sistemima sve komponente sistema, bilo da se radi o fizičkim objektima, hardverskim ili softverskim komponentama, posmatraju se kao posebne celine koje su u nekoj vrsti relacija u cilju najefikasnijeg korišćenja informacija kojim raspolažemo u sistemu. Hardverska arhitektura SCADA sistema se sastoji od dva osnovna sloja: “klijentski sloj” koji obezbeđuje interakciju čoveka i mašine i “sloj servera podataka” koji rukuje većim delom kontrolnih aktivnosti nad procesnim veličinama. Serveri podataka komuniciraju sa uređajima u polju preko procesnih kontrolera. Sa druge strane serveri podataka su povezani jedan prema drugom i prema klijentskim stanicama preko Ethernet LAN-a.

Prema softverskoj arhitekturi SCADA sistem sadrži bazu podataka u realnom vremenu (RTDB – *Real Time Database*) koja se nalazi na jednom ili više servera. Baza podataka u realnom vremenu u SCADA sistemu treba da obezbedi rad sa vremenski promenljivim podacima čija se validnost gubi nakon isteka nekog definisanog vremenskog intervala. Vremenska ograničenja su povezana sa različitim operacijama koje se obavljaju na *real-time* bazi podataka, sve u cilju brzog i dinamičnog prikupljanja podataka iz okruženja. Performanse RTDB zasnivaju se na tome koliko često transakcije probijaju rokove, prosečnog kašnjenja transakcija i konzistentnosti podataka [3]. RTDB u SCADA sistemu se često zove i baza tagova, server veličina, koji se sastoji od elemenata zvanih tačke ili tagovi. Tag predstavlja jednu ulaznu ili izlaznu vrednost koja se prati ili kojom se upravlja od strane sistema. Tagovi mogu biti “hard” (tvrdi) ili “soft” (meki). Tvrdi tag predstavlja stvarnu vrednost ulaznog ili izlaznog signala, dok je meki tag rezultat logičkih i matematičkih operacija primenjenih na tvrdi tag. Većina interpretacija konceptualno uklanja ove granice nazivajući tvrde tagove najprostijim slučajem mekog taga. Vrednosti tagova se obično čuvaju kao kombinacija vrednost-vreme-kvalitet; vrednost i vremenski trenutak kada je ta vrednost snimljena ili izračunata i ocena kvaliteta koliko je vrednost taga konzistentna u vremenu.

2. OPC FOUNDATION

Proizvođači industrijskih uređaja uvek su težili ka tome da integrišu svoje komunikacijske interfejsa sa uređajima

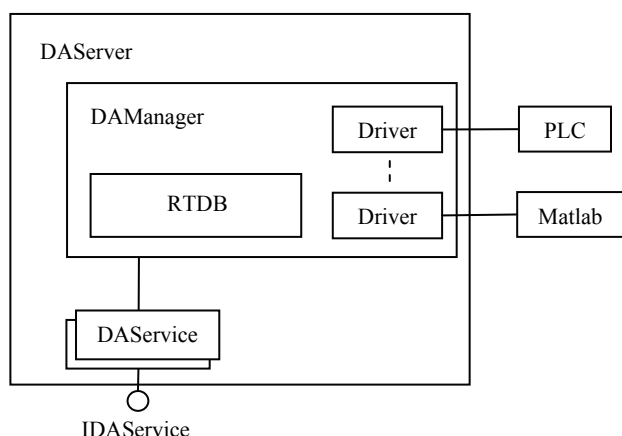
NAPOMENA:

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

za kontrolu i nadgledanje i glavnim softverskim aplikacijama kao što su SCADA i HMI sistemi, a glavni problem je bio koji format/protokol da podrže. Od 1996. godine, OPC fondacija je uvela niz standarda i specifikacija poznatih pod imenom OPC (*OLE For Process Control*) da reše problem i olakšaju saradnju u industrijskoj automatizaciji. U početku je osnova OPC-a bila Microsoft-ov DCOM (*Distributed Component Object Model*). DCOM framework je definisao standardni set objekata, interfejsa i metoda koji su olakšavali interoperabilnost u sistemima, tako što su SCADA/HMI programeri kao standardan drajver koristili OPC klijent za komunikaciju sa mrežnim uređajima [4]. OPC UA (*Unified Architecture*) je najnovija OPC specifikacija od strane OPC fondacije, objavljena 2006. godine i zasniva se na servis-orientisanoj arhitekturi (SOA), omogućujući implementaciju na više različitih platformi, uvodi *security* i podesivi *timeout* za svaki servis [5].

3. DIZAJN PREDLOŽENOG REŠENJA

Ovaj rad daje prikaz jednog zasebnog servisa, tj. servera veličina u SCADA/HMI sistemu, po ugledu na OPC specifikaciju za Data Access (DA) server veličina (slika 1.). Interfejs *IDAService* je realizovan pomoću WCF (*Windows Communication Foundation*) *middleware* tehnologije.



Slika 1. Arhitektura sistema

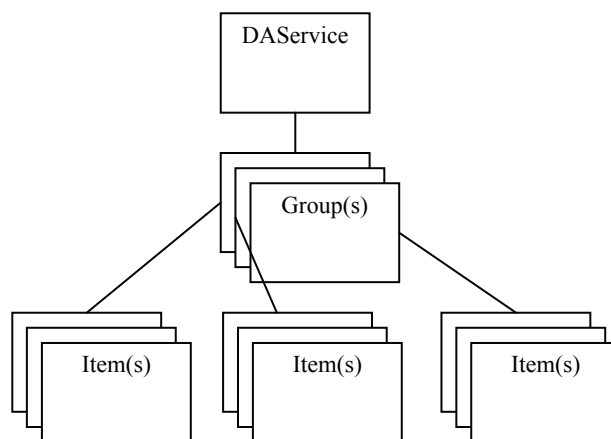
WCF je programsko okruženje (deo .NET Framework-a) razvijeno od strane Microsoft-a da bi se olakšao i ubrzao proces razvijanja distribuiranih aplikacija, tj. predstavlja ujedinjenje sledećih .NET framework komunikacionih tehnologija: .NET Remoting, MSMQ, Web services, COM+. WCF je fleksibilan jer njegovi servisi mogu biti hostovani u različitim tipovima aplikacija [6].

RTDB predstavlja kolekciju entiteta *Tag* i *TagInfo* (slika 1.). Entitet *Tag* sadrži informacije kao što su: *value* (vrednost stvarne ili veličine nastale proračunom), *timeStamp* (vremenski trenutak kad je vrednost snimljena) i *quality* (kvalitet vrednosti). Dodatne informacije o entitetu *Tag* sadrži entitet *TagInfo*: *serverHandle* (redni broj indeksa u strukturi tagova), *tagName* (ime taga koje je jedinstveno), *typeCode* (tip podatka u kojem će se vratiti vrednost veličine) i *isWritable* (informacija da li je vrednost taga promenljiva od strane klijenta).

Drajveri služe za periodično prozivanje uređaja ili podataka nastalih simulacijom, smeštaju vrednosti

podataka u *buffer* i iz *buffer-a* se vrednosti upisuju u RTDB.

U RTDB postoji mehanizam za očuvanje konzistencije vrednosti veličina koji omogućuje paralelno čitanje veličina od strane više klijenata, dok je za upis veličine u RTDB dozvoljen samo jedinstven pristup. *DAManager* predstavlja posrednika između RTDB i drajvera servera veličina, tako da spoljašnji korisnici "ne vide" drajvere, već preko interfejsa *IDAService* pristupaju veličinama servera. Sve metode za rukovanje veličinama servera podataka su implementirane u *IDAService*.

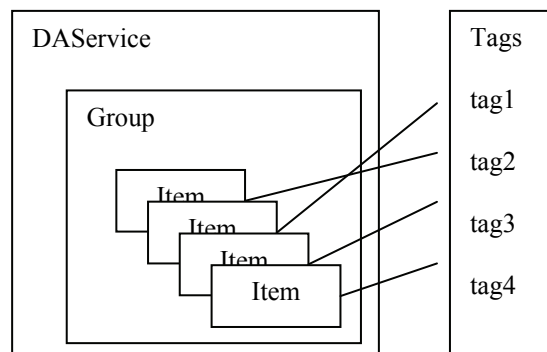


Slika 2. Prikaz logičke organizacije pristupa serveru veličina

Na vrhu slike 2 je *DAService* objekat koji predstavlja *per-session* instancu servisa. Nakon kreiranja objekta *DAService* i povezivanja sa serverom, korisnik dobija mogućnost i da pristupi osobinama servera veličina i da koristi metode koje su u servisu implementirane.

Svaki objekat *DAService* sadrži objekat kolekcije grupa. Ovaj objekat u sebi čuva informacije o grupama koje se nalaze u servisu. *Group* objekat je neophodan za pristup podacima servera veličina, tj. tagovima. Različite grupe mogu da imaju različite periode osvežavanja podataka.

Relevantne fizičke veličine procesa koji se odvijaju u nekom postrojenju predstavljene su veličinama (*Item*-ima). *Item* predstavlja vezu za stvarnom veličinom iz fizičkog uređaja ili sa veličinom nastalom proračunom. Pristupanjem bilo kojoj veličini iz procesa moguće je dobiti vrednosti i osobine te veličine (trenutna vrednost, kvalitet, vreme poslednjeg upisa, itd).



Slika 3. Veza Item-a i veličina u RTDB

Veza između *Item*-a jedne grupe *DAService* i stvarnih veličina u bazi tagova je prikazana na slici 3. Na taj način

se klijentu dostavljaju vrednosti samo onih veličina od interesa.

4. PROGRAMSKA REALIZACIJA

Servis za pristup vrednostima veličina *DAService* je realizovan upotrebom C# programskog jezika u okviru Visual Studio 2012 razvojnog okruženja. *IDAService* omogućava pristup i ažuriranje vrednosti tagova u RTDB (*real-time* bazi podataka). Klijent preko *IDAService* interfejsa pristupa sa računara iz mreže koristeći *net.tcp* protokol. U implementiranom rešenju je korišćen *PerSession* način instanciranja zbog njegovih osobina da kreira novu instancu *DAService* za svakog novog klijenta. Na taj način svaki klijent ima svoju kolekciju grupa i veličina koje su privatne i drugi klijenti ih ne vide. Nakon što se klijent “otkači”, instanca servisa nestaje sa svim grupama i veličinama koje je klijent bio formirao, a pri novom povezivanju klijent će morati da kreira nove takve objekte.

Entitet *Group* sadrži sledeće parametre: *groupName* (jedinstveni identifikator grupe u kolekciji grupa *DAService*-a, koji je ekvivalentan *clientHandle*-u po OPC-u sa tačke pristupa klijenta), *updateRate* (najkraći procenjeni vremenski interval za koji se može promeniti vrednost veličine na serveru podataka), *deadBand* (izražen u procentima, određuje mrtvu zonu oko poslednje vrednosti poslate klijentu tako da server podataka šalje vrednost klijentu tek kad vrednost izađe iz te zone), *isSubscribed* (grupe koje se “pretplate” primaju poruke o promeni vrednosti od interesa od servera podataka) i kolekciju veličina od interesa (*Items*).

Entitet *Item* sadrži sledeće parametre: *parent* (naziv grupe kojoj pripada), *clientHandle* (identifikator veličine kod klijenta), *serverHandle* (redni broj indeksa u strukturi veličina u RTDB za brži pristup podacima od strane klijenta), *accessPath* (putanja od *DAService*-a do *tagName*-a), *itemID* (jedinstveni identifikator veličine) i *isWritable* (informacija da li je vrednost veličine promenljiva od strane klijenta).

4.1. DAService

Kao što je već pomenuto cilj implementacije interfejsa RTDB-a jeste upotreba WCF *middleware*-a i implementacija metoda koje se mogu upotrebiti za manipulisanje veličinama u *real-time* bazi podataka. Te metode omogućavaju naknadno proširenje i podršku implementaciji interfejsa Data Access servera prema OPC specifikaciji.

Realizovane metode interfejsa za manipulisanje veličinama u *real-time* bazi podataka su prikazane u Tabeli 1.

Prva metoda *IDAService* interfejsa *GetTagsAvailable* vraća listu informacija o tagovima na serveru veličina, tj. *real-time* bazi podataka.

Metoda *BrowseGroupCollection* vraća kolekciju grupa koje su kreirane u sesiji od strane jednog klijenta.

AddGroup metoda prihvata objekat nove grupe i dodaje je u kolekciju grupa na serveru veličina. Ime grupe mora biti

jedinstveno među već postojećim grupama u kolekciji grupa.

Tabela 1. Metode *IDAService*

List<TagInfo> GetTagsAvailable()
GroupCollection BrowseGroupCollection()
void AddGroup (Group newGroup)
void RemoveGroup (string groupName)
void AddItems (string groupName, List<Item> items)
void RemoveItems (string groupName, List<Item> items)
Tag[] ReadGroup (string groupName)
Tag[] ReadItems (int[] serverHandles)
void WriteItems (int[] serverHandles, Tag[] values)

RemoveGroup metoda prihvata ime grupe kao identifikator i briše grupu iz kolekcije grupa na serveru veličina.

AddItems metoda prihvata kao identifikator ime grupe kojoj se dodaje lista kreiranih veličina (*Items*) koje predstavljaju vezu sa veličinama na serveru podataka.

RemoveItems metoda prihvata kao identifikator ime grupe kojoj se briše lista navedenih veličina od interesa.

Metoda *ReadGroup* vraća vrednost, kvalitet i vremensku značku vrednosti tagova za sve veličine (*Items*) u grupi. Kao ulazni parametar ova metoda prihvata ime grupe kao identifikator u kolekciji grupa na serveru veličina.

Metoda *ReadItems* vraća vrednost, kvalitet i vremensku značku jednog ili više tagova za jednu ili više veličina na serveru. Kao ulazni parametar funkcija prihvata *serverHandles*, tj. redne brojeve indeksa u strukturi tagova na serveru veličina.

WriteItems metoda upisuje vrednosti tagova na serveru veličina (*value*, *timeStamp* i *quality*). Da bi se vrednost veličine na serveru podataka upisala, veličina mora biti definisana tako da može biti promenljiva od strane klijenta. Kao ulazne parametre funkcija prihvata redne brojeve indeksa u strukturi tagova i niz *Tag* entiteta za upis na server veličina.

5. TESTIRANJE

Za potrebe testiranja implementacije interfejsa predloženog rešenja napravljena je klijentska aplikacija koja podržava sve mogućnosti gore navedenog servisa. Testiranje je vršeno nad RTDB koja sadrži simulirane podatke raznih tipova: integer, bool, double.

Item ID	Access Path	Value	Quality	Timestamp	Status
sI1		11.1	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
sI2		22.2	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
sI3		33.3	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
I1		56.58302037...	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
I2		13.41697962...	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
N1		29	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
N2		9	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
sN1		44	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
sN2		55	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
sN3		66	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
P1		False	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
P2		True	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
P3		True	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
sP1		True	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
sP2		False	0	06-Oct-13 5:56:53...	True
sP3		True	0	06-Oct-13 5:56:53...	True

Slika 4. Izgled korisničkog interfejsa

Na slici 4. se može videti samo izgled korisničkog interfejsa klijentske aplikacije i vrednost očitavanja veličina. Prikazan je osnovni klijent za pristup *real-time* bazi podataka. Osnovne funkcije koje koristi klijent omogućuju povezivanje sa *real-time* bazom podataka, kreiranje grupe veličina, brisanje grupe veličina, dodavanje veličina u grupu, brisanje veličina iz grupe, čitanje i izmenu vrednosti veličina pomoću sinhronih i asinhronih metoda.

6. ZAKLJUČAK

Rešenje predstavlja primer implementacije pristupa *in-memory* baze podataka, kao sastavnog dela SCADA sistema. Za povezivanje udaljenih klijenata sa servisom baze podataka upotrebljena je Microsoft WCF međuprocena komunikacija. Implementaciono rešenje je pogodno za jednostavne namene i ilustruje ključne elemente distribuiranog sistema. Programski interfejs za

pristup podacima je pojednostavljen i delom dizajniran po uzoru na OPC DA specifikaciju. Planirano je da se daljim razvojem rešenje više približi OPC specifikacijama.

7. LITERATURA

- [1] Bailey, David, and Wright, Edwin, Practical SCADA for Industry, IDC Technologies, 2003.
- [2] A. Daneels, W. Salter, "What is SCADA?", International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, Italy, 1999
- [3] Rajib Mall, Real-Time Systems: Theory and Practice, India, 2009
- [4] P. Pendli, V. Gorbachev, M. Schwarz, "OPC and Its strategies for Redundancy", Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Communications, Vouliagmeni, Athens, Greece, July 10-12, 2006
- [5] B. Farnham, R. Barillère, "Migration from OPC-DA to OPC-UA", 13th International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, Grenoble, France, October 10 – 14, 2011
- [6] Juval Lowy, Programming WCF Services, O'Reilly Media, Inc, November 14, 2008, Appendix A.

Kratka biografija:



Mladen Kanostrevac rođen je u Rogatici 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2013.god.

JEDNA REALIZACIJA MODERNIH KOMUNIKACIONIH PROTOKOLA NA PLC S7-1200**ONE REALIZATION OF MODERN COMMUNICATION PROTOCOLS ON PLC S7-1200**

Željko Filipović, Marko Gecić, Darko Marčetić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U industrijskim procesima postoji potreba za razmenom podataka između distribuiranih upravljačkih uređaja. Najzastupljeniji upravljački uređaji u industriji su programabilni logički kontroleri (PLC). Opisane su osnove prenosa podataka između upravljačkih uređaja u industriji korišćenjem PROFINET i Modbus TCP protokola. U radu je opisan primer jedne realizacije modernih komunikacionih protokola na Siemens programabilnim logičkim kontrolerima.

Abstract – In industrial processes, there is a need for data exchange between distributed controllers. The most frequently used control devices in industrial are programmable logic controllers (PLC). This paper contains basics of data transmission between industrial drive by using PROFINET and Modbus TCP protocols. This paper presents the one example of realization of modern communication protocols on Siemens programmable logic controllers.

Ključne reči: PROFINET, Modbus TCP, Siemens, PLC

1. UVOD

Industrijski sistemi se sastoje iz upravljačkih uređaja, mernih uređaja, izvršnih organa i objekata upravljanja koji su u opštem slučaju distribuirani. Ovakvi sistemi imaju potrebu za razmenom podataka kako u lokalnoj mreži, tako i na daljinu. Iz tog razloga se vremenom razvijaju komunikacioni protokoli koji služe kao standard za razmenu podataka između upravljačkih uređaja, od kojih svaki ima neku funkciju u proizvodnom procesu i njih podržava većina upravljačkih uređaja.

Pored komunikacije u lokalnoj mreži, potreba za razmenom podataka na daljinu je sve veća, iz razloga što bilo gde u svetu da se nalazi inženjer, on može da vrši kako programiranje, tako i upravljanje pogonom.

Takođe, automatizacioni procesi se usavršavaju, i potrebni su standardi i protokoli koji podržavaju komunikaciju u realnom vremenu, kako bi se omogućio daljinski nadzor bez kašnjenja i pravovremena kontrola fizičkih procesa.

Sa druge strane, raste i potreba za daljinskim nadzorom, posebno preko interneta, koji nudi više mogućnosti ali ne garantuje i rad u realnom vremenu. Povećavanje brzine interneta, i razvijanje novih komunikacionih protokola, doprinelo bi se praćenju procesnih promenljivih u realnom vremenu. Hardver i softver programabilnih logičkih kontrolera (*Programmable Logic Controller* -

PLC) prilagođen je industrijskom okruženju i kao takvi se najčešće koriste kao upravljački uređaji u automatizovanim sistemima, kod kojih se procesi odvijaju u realnom vremenu.

Ranije su postojali komunikacioni protokoli koji su omogućavali komunikaciju između dva uređaja spojenih preko bakarnih žica. Danas se komunikacioni uređaji razvijaju u tom pravcu gde se komunikacija između dva ili više uređaja može vršiti na daljinu. Jedni od tih protokola, koji se dosta koriste u automatizovanim sistemima su *Modbus TCP* i *PROFINET*.

2. MODERNI KOMUNIKACIONI PROTOKOLI

Protokol predstavlja skup pravila i konvencija za slanje informacija preko mreže. Protokol definiše format i redosled poruka koje se razmenjuju između dva ili više komunikacionih uređaja, kao i akcije koje se preduzimaju prilikom predaje ili prijema poruke, ili nekog drugog događaja. Neki od standardnih protokola koji se koriste za komunikaciju između industrijskih uređaja su *PROFINET* i *Modbus TCP*.

2.1. PROFINET

PROFINET industrijska mreža svake godine beleži sve veću primenu u aplikacijama brzog i pouzdanog prenosa procesnih podataka. Zahvaljujući svom poreklu, za razliku od svih drugih mreža, ova nova procesna mreža poznatija na tržištu od 2008. godine podržava sve vrste mrežne topologije, lako se proširuje i prilagođava, bez problema se integriše u *Ethernet* mrežu i obezbeđuje fascinantne brzine prenosa podataka, a sve je to dobro osmišljeno zbog zahteva savremenog sistema na osnovu naučenih lekcija iz *PROFIBUS*-a.

U osnovi *PROFINET* se deli na dve vrste:

- *PROFINET CBA* se koristi za komunikaciju između mrežnih komponenti na kontrolerskom nivou preko *TCP/IP* protokola.
- *PROFINET IO* se koristi na nižem nivou komunikacije između kontrolera i *I/O* sistema pri prijemu procesnih veličina, i koristi ciklični prenos podataka za razmenu podataka sa PLC preko *Etherneta*.

PROFINET IO koristi tri različite komunikacije za razmenu podataka sa PLC i drugim uređajima, i to su:

- Standardni *TCP/IP* kanal koji se koristi za parametrizaciju, konfiguraciju i aciklične *read/write* operacije i postiže pouzdano vreme odziva manje od 100 ms.
- *RT (Real Time)* se koristi za standardni ciklični prenos podataka, i on zaobilazi standardni *TCP/IP* interfejs da ubrza razmenu podataka u trajanju manjem od 10 ms.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Marčetić, van.prof.

- *IRT (Isochronous Real Time)* je kanal velike brzine, za prenos podataka u trajanju od 1ms.

2.2. Modbus TCP

Modbus TCP je varijanta *Modbus* porodice jednostavnih, nezavisnih komunikacionih protokola namenjenih za nadzor i kontrolu automatizacije opreme. On pokriva upotrebu *Modbus* poruke koristeći *internet* kao medij, koristeći *TCP/IP* protokol. Na osnovu toga, može da se vrši komunikacija između *master* i *slave* uređaja bilo gde na svetu. Najčešća upotreba *Modbus TCP* protokola je u ovom trenutku za *Ethernet* povezivanje PLC-a, I/O modula ili I/O mreža.

Kod *Modbus TCP* protokola, prenos podataka je otporan na šum i još zahteva minimalan oporavak informacije da se održi na bilo kom kraju.

Modbus TCP master (TCP client) šalje poruku ka *Modbus TCP slave* uređaju (*TCP server*) koga adresira preko IP adrese i porta. *Modbus slave* uređaji koriste *Ethernet* port 502 koji je standardno rezervisan za *Modbus* poruke (mada *Modbus TCP* protokol kao aplikacija može da koristi bilo koji port). Kod *Modbus TCP* poruka mora imati IP destinacionu adresu (kod *RTU* i *ASCII* je to *slave* ID broj) i prenosi se putem *Etherneta* (kod *RTU* i *ASCII* se poruka prenosi preko RS232 i RS 485).

Modbus TCP danas podržava veliki broj uređaja i koristi se uglavnom za razmenu informacija između *master* jedinice i veoma udaljenih I/O jedinica.

2.2.1. Klijent

Modbus klijent (*master*) predstavlja glavni uređaj od koga kreće *Modbus TCP* komunikacija. On šalje *Modbus server (slave)* uređaju poruku koga adresira preko IP adrese i porta. *Modbus* klijent može inicirati čitanje ili upis podataka određenih registara ili drugih ulaza/izlaza server uređaja.

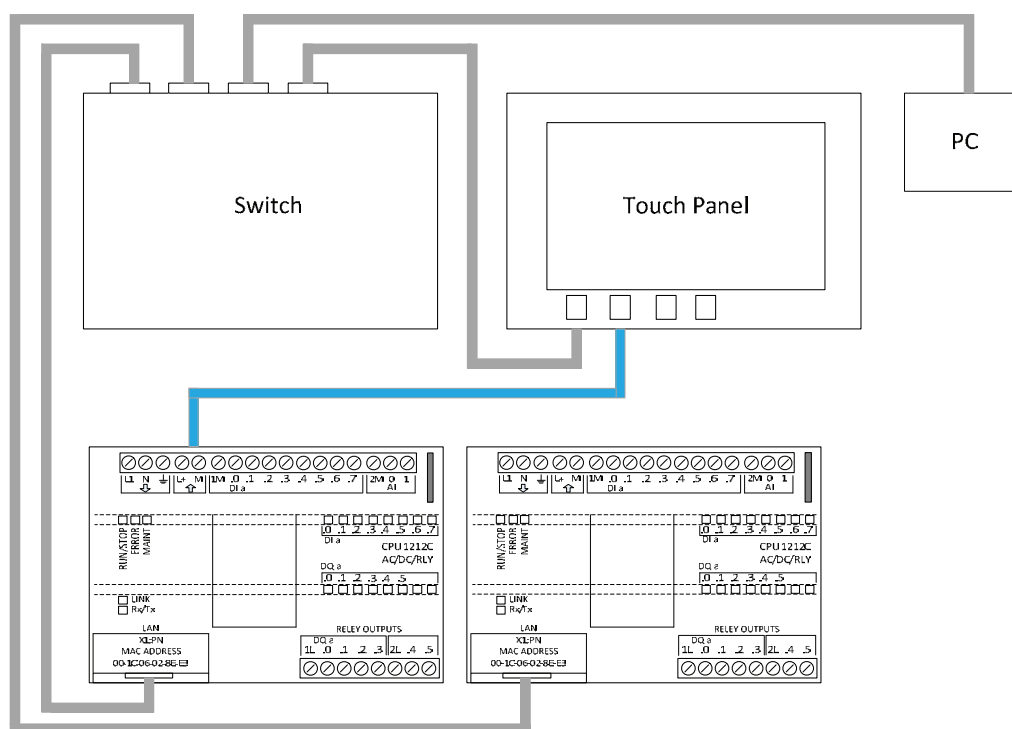
2.2.2. Server

Modbus server (slave) uređaj je pasivni element mreže koji nudi neki servis svojim klijentima. Na serveru rade procesi koji očekuju zahteve klijenata i po prijemu zahteva kreiraju odgovor.

3. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Svrha ovog rada je prikaz savremene komunikacije između dva PLC uređaja SIMATIC S7-1200 putem *Modbus TCP* protokola, od kojih je jedan u *master*, a drugi u *slave* režimu. *Modbus TCP master (TCP client)* šalje poruku ka *Modbus TCP slave* uređaju (*TCP server*) koga adresira preko IP adrese i porta. *Modbus master* i *slave* uređaji koriste *Ethernet* port 502. Pored dva PLC uređaja, koristi se i *Siemens* SIMATIC HMI Touch panel uređaj KTP 400 BASIC mono PN. HMI Touch paneli predstavljaju vezu između korisnika i programabilnih logičkih kontrolera. Na panelu može se vizuelno pratiti ostvarena razmena podataka između dva PLC. Komunikacija sa panelom se ostvaruje preko *PROFINET/Ethernet* mreže. Kako bi se omogućila fizička veza između korištenih PLC i HMI uređaja, potrebno je koristiti svič (*switch*). U ovom slučaju korišten je svič firme *NETGEAR* tipa 10/100 Mbps sa osam portova. Blok šema povezivanja korištenih uređaja prikazana je na slici 1.

Za programiranje PLC S7-1200 i HMI uređaja korišten je programski paket *TIA (Totally Integrated Automation) Portal*. Totalno integrisana automatika je nova generacija inženjerskog softvera za industrijsku automatizaciju, koja je razvijena od strane kompanije *Siemens*. Koristeći ovaj programski paket štedi se vreme i maksimalno povećava fleksibilnost pri projektovanju.



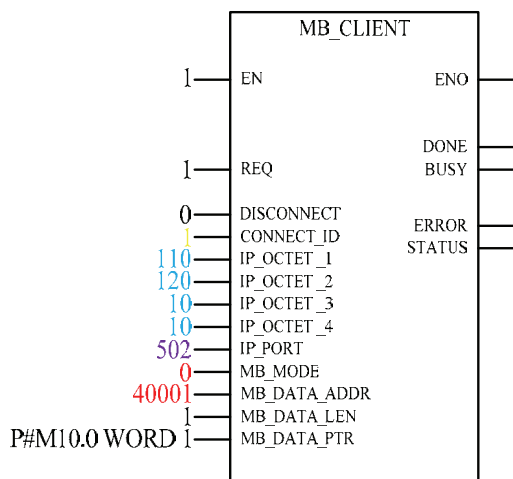
Slika 1. Blok šema povezanih uređaja
2578

3.1. Realizacija Modbus TCP na Siemens S7-1200

Za realizaciju *Modbus TCP* na PLC-1200 korištena su dva bloka MB_CLIENT (u daljem tekstu klijent) i MB_SERVER (u daljem tekstu server) kao gotove komponente softverskog paketa TIA portal. Kako bi komunikacija bila uspješna, potrebno je ispravno podesiti ulazne parametre navedenih blokova. U radu su opisane *Modbus* funkcije čitanja i upis u *Holding* registre servera. Za čitanje *Holding* registara su nam potrebna dva *Modbus TCP* bloka. Jedan je *Modbus TCP* klijent blok, a drugi je *Modbus TCP* server blok. Za upis u *Holding* registre može se iskoristiti postojeći server blok (dodat prilikom realizacije čitanja) i dodati novi klijent blok.

3.1.1. Klijent

MB_CLIENT instrukcija komunicira kao *Modbus TCP* klijent preko *PROFINET* priključka PLC S7-1200. Da bi se ova instrukcija koristila, nije potreban dodatni hardver. Sa MB_CLIENT instrukcijom, uspostavlja se konekcija između klijent i server blokova, kao i slanje zahteva i primanje odgovora.



Slika 2. MB_CLIENT blok

Slika 2 predstavlja MB_CLIENT blok, koji se sastoji od parametara, i svaki od njih ima neku ulogu, kako bi mogle da se izvršavaju *Modbus* funkcije.

Ulazni parametar EN (BOOL) omogućuje uključenje *Modbus* klijent bloka. Setovanjem ulaznog parametra REQ (BOOL) omogućava se početak komunikacije između klijenta i servera. Pored setovanja REQ potrebno je ulazni DISCONNECT (BOOL) postaviti na nulu. Kada je setovan parametar DISCONNECT onemogućena je komunikacija između klijenta i servera. CONNECT_ID (UINT) ulazni parametar predstavlja jedinstven identifikacioni broj kojim se definiše između kog klijenta i kog servera je uspostavljena komunikacija. IP_OCTET (USINT) parametri kojih ima četiri, IP_OCTET_1, IP_OCTET_2, IP_OCTET_3 i IP_OCTET_4, predstavljaju ulazne parametre klijenta i u koje treba da se upisu IP adrese servera. Na taj način se obezbeđuje sigurna komunikacija između klijenta i servera sa kojim klijent želi da komunicira. Broj na koji klijent uspostavlja vezu sa serverom je IP_PORT (UINT) broj, po standardu 502. Ukoliko je ulazni MB_MODE (UDINT) parametar postavljen na nulu sa servera se čitaju podaci, a kada je postavljen na jedinicu, upisuju se podaci na server. MB_DATA_ADDR (UDINT) parametar predstavlja početnu adresu podatka kome se pristupa od

strane klijenta. Kombinacijom MB_MODE i MB_DATA_ADDR parametara, definiše se *Modbus* funkcija koja se koristi u tekućoj *Modbus* poruci. Izlazni parametar DONE (BOOL) služi da setuje jedinicu, ako je uspešno izvršen prenos podataka između servera i klijenta. Ukoliko je izlazni parametar BUSY (BOOL) setovan u toku je prenos podataka između klijenta i servera. Parametar ERROR (BOOL) služi za identifikaciju greške na klijent bloku i uzrok greške se prikazuje na STATUS (WORD) parametru.

Da bi klijent i server komunicirali, oba moraju da na ulaznom parametru EN imaju 1. Takođe, na oba ulazna parametra CONNECT_ID mora biti 1, da bi se prepoznali, i to je jedan od preduslova za uspešnu komunikaciju. IP_PORT brojevi moraju biti 502 i za servera, i za klijenta, kako bi se moglo pristupiti prenosu podataka. U slučaju da imamo više servera, a klijent želi da komunicira i razmenjuje podatke samo sa jednim od njih, na ulazne parametre klijenata koji su označeni sa IP_OCTET_1, IP_OCTET_2, IP_OCTET_3 i IP_OCTET_4, se upisuje IP adresa baš onog servera (slave uređaja) sa kojim klijent želi da komunicira

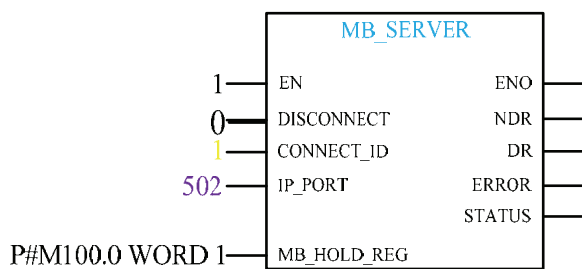
Realizacija čitanja (*read*) *Holding* registra se izvršava *Modbus* funkcijom 03. Da bi se koristila i izvršavala *Modbus* funkcija 03, potrebno je da se u blok klijenta u MB_MODE parametar upiše vrednost 0, a u MB_DATA_ADDR upiše vrednost 40001, kao i u MB_DATA_PTR upiše memorijska lokacija P#M10.0 WORD 1. Na osnovu toga, se vrši čitanje podatka iz *Holding* registra sa privremene memorijske lokacije koja počinje sa brojem 40001, sa servera na klijent. Taj pročitani podatak se dalje upisuje na privremenu memorijsku lokaciju, koja se nalazi u MB_DATA_PTR registru (P#M10.0 WORD 1).

Realizacija upisivanja (*write*) *Holding* registra se izvršava *Modbus* funkcijom 06. Kako i kod čitanja, tako i kod pisanja, sa komunikaciju su potrebni po jedan i server i klijent. Sva podešavanja koja se urade za čitanje se urade i za pisanje, sa razlikom da se u MB_MODE upisuje 1, u MB_DATA_ADDR se upisuje 40002 i u MB_DATA_PTR upisuje druga memorijska lokacija (P#M12.0 WORD) sa koje će da se upisuje podatak u holding registar. Da bi se koristila i izvršavala *Modbus* funkcija 06, potrebno je da budu urađeni svi prethodno navedeni koraci. Na osnovu toga, se vrši upisivanje podatka u *Holding* registar sa privremene memorijske lokacije koja počinje sa brojem 40002, sa klijenta na server. Taj upisani podatak se dalje upisuje na privremenu memorijsku lokaciju, koja se nalazi u *Holding* registru (P#M102.0 WORD 1).

Na izlaznom parametru DONE se prati da li je uspešno izvršena komunikacija, ako jeste setuje se jedinica.

3.1.2. Server

MB_SERVER instrukcija komunicira kao *Modbus TCP* server preko *PROFINET* priključka PLC S7-1200. Da bi se ova instrukcija koristila, nije potreban dodatni hardver. MB_SERVER instrukcija uspostavlja vezu sa *Modbus TCP* klijentom, prima zahteve od *Modbus* funkcija i šalje odgovore. Slika 3 predstavlja MB_SERVER blok, koji se sastoji od parametara, i svaki od njih ima neku ulogu, kako bi mogle da se izvršavaju *Modbus* funkcije.



Slika 3. MB_SERVER blok

Ulazni parametar EN (BOOL) omogućuje uključenje *Modbus server* bloka. Da bi bila omogućena komunikacija potrebno je ulazni DISCONNECT (BOOL) postaviti na nulu. Kada je setovan parametar DISCONNECT onemogućena je komunikacija između klijenta i servera. CONNECT_ID (UINT) ulazni parametar predstavlja jedinstven identifikacioni broj kojim se definiše između kog klijenta i kog servera je uspostavljena komunikacija. Početna vrednost ulaznog IP_PORT (UINT) parametra je 502, mada *Modbus TCP* protokol kao aplikacija može da koristi bilo koji port, da bi se razmenjivale *Modbus* poruke. IP port broj definiše koji IP port prati zahteve za konekciju sa *Modbus* klijentom.

Holding registar predstavlja najbitniji parametar *server* bloka. *Holding* registar je pokazivač na privremenu memorijsku lokaciju za čuvanje podataka koje klijent može da čita sa servera, ili u koju može da upisuje neki podatak, koristeći *Modbus* funkcije čitanja ili pisanja. Kao privremena memorijska lokacija može da se koristi opšti blok podataka ili memorijska lokacija M. *Holding* registar je ulazno/izlaznog tipa, i koristi podatak tipa VARIANT. Kao privremena memorijska lokacija u memorijskoj oblasti M, može da se koristi u bilo kom obliku na sledeći način: „P#adresa bita“ „tip podatka“ „dužina“ (P#100.0 WORD 5).

NDR parametar predstavlja izlazni parametar *server* bloka, i koristi tip podatka BOOL. Kada je na njegovom izlazu nula tada nema novih pristiglih podataka na *server* blok, a kada je jedinica onda su pristigli novi podaci koji su napisani u neku memorijsku lokaciju *server* bloka od strane klijenta.

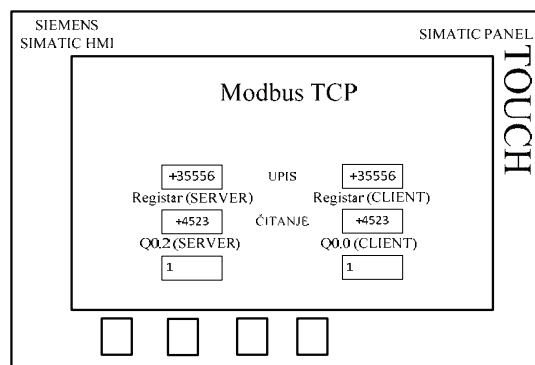
DR parametar predstavlja izlazni parametar *server* bloka, i koristi tip podatka BOOL. Kada je na njegovom izlazu nula tada nisu pročitani podaci sa neke memorijske lokacije servera od strane klijenta, a kada je jedinica onda su pročitani.

Ukoliko se dogodi greška tokom rada *server* bloka, na njegovom izlazu se setuje TRUE. Detaljnije informacije o uzroku nastanka greške se prikazuju na STATUS parametru. ERROR je izlazni parametar, a koristi tip podatka BOOL.

Kao što je već rečeno, na STATUS parametru se prikazuje uzrok nastanka greške. Ovo je izlazni parametar, a koristi tip podatka WORD.

3.2. Prikaz ekrana HMI panela

Novi SIMATIC Basic paneli imaju ekran osjetljiv na dodir. Pored osjetljivog ekrana paneli raspolažu sa potpuno programabilnim funkcijskim tipkama. Za vizuelni prikaz uspostavljene komunikacije između klijenta i servera, koriste se *Siemens* SIMATIC HMI *Touch panel* iz serije KTP 400 BASIC mono PN. Komunikacija sa panelom se ostvaruje preko *PROFINET/Ethernet* mreže.



Slika 4. Prikaz HMI Touch panel displeja

Slika 4 predstavlja vizuelni prikaz komunikacije između servera i klijenta, kada se vrše *Modbus* funkcije čitanja i pisanja. Ako je komunikacija između servera i klijenta uspešla, kao signal za programera se pale digitalni izlazi (Q0.0 i Q0.2), što je predstavljeno na ekranu panela. Takođe, na ekranu su prikazane i privremene memorijske lokacije *Holding* registara kada se vrše funkcije čitanja i pisanja podataka. U redovima pod nazivom čitanje i pisanje se da vidi da komunikacija funkcioniše.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisana jedna realizacija modernih komunikacionih protokola na PLC S7-1200. Razvojem komunikacionih protokola omogućava se prenos velikog broja podataka kako na lokalnom nivou, tako i na daljinu, u što kraćem vremenu. Koristeći *Modbus TCP* protokol, komunikacija između PLC uređaja koji su *master – slave* tipa je otporna na šum i zahteva minimalan oporavak informacije da se održi na bilo kome kraju, i kao takav je jako dobar za primene u industrijskom okruženju.

5. LITERATURA

- [1] Darko Marčetić, Marko Gecić, Boris Marčetić, „Programibilni logički kontroleri i komunikacioni protokoli u elektroenergetici“, Novi Sad, 2013
- [2] <https://www.automation.siemens.com/WW/forum/guests/PostShow.aspx?HTTPS=REDIR&PageIndex=1&PostID=481363&Language=en>
- [3] http://books.google.rs/books?hl=sr&lr=&id=iOXHMPMyMBgC&oi=fnd&pg=PA13&dq=PROFINET&ots=pK_wU1k3t2&sig=nkbMpQnRmFbfmgg3I3Mp9bB0P6I&redir_esc=y#v=onepage&q=PROFINET&f=false

Kratka biografija:



Željko Filipović rođen je 27.07.1989. u Tuzli BiH. Posle završene osnovne škole upisuje srednju elektrotehničku školu u Bijeljini, smer tehničar elektroenergetike. Srednju školu završava 2008. godine i iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek elektrotehnika i računarstvo, smer energetika, elektronika i telekomunikacije, usmerenje energetska elektronika i električne mašine. Dobija zvanje diplomirani inženjer elektrotehnike i računarstva 2012. godine.

IMPLEMENTACIJA NAMENSKIH JEZIKA I GENERATORA KODA U VISUAL STUDIO VM SDK OKRUŽENJU**AN IMPLEMENTATION OF DOMAIN SPECIFIC LANGUAGES AND CODE GENERATORS IN THE VISUAL STUDIO VM SDK ENVIRONMENT**

Milorad Božić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je implementacija alata za modelovanje zasnovanog na namenskom jeziku, uz pomoć Visual Studio VM SDK okruženja. U okviru razvijenog alata, kreiran je i generator koda koji vrši transformaciju platformski nezavisnog modela u konkretnu implementaciju. Prikazana je testna aplikacija kao potvrda upotrebljivosti razvijenog alata.

Abstract – In this paper, we present an implementation of a modeling tool based on a domain-specific language in the Visual Studio VM SDK environment. In addition, a code generator which transforms platform-independent model to a concrete implementation is also developed. We present a pilot application to confirm the usefulness of the developed tool.

Ključne reči: Namenski jezici, Modelovanje orijentisano na domen, Inženjerstvo upravljano modelom, fabrike softvera, VM SDK, generatori koda.

1. UVOD

Jedan od glavnih faktora koji je omogućavao razvoj sve kompleksnijeg i obimnijeg softvera u istoriji softverskog inženjerstva je evolucija jezika za razvoj softvera. Može se uočiti da je najznačajniji činilac evolucije jezika u vremenu bilo povišavanje nivoa apstrakcije jezika. Povišavanje nivoa apstrakcije kod jezika za razvoj softvera podrazumeva korišćenje konstrukcija i koncepata jezika koji su bliži domenu problema koji se rešava. Prelaskom sa mašinskih na asemblerske jezike uvedene su apstrakcije niskog nivoa. Sledeći korak u evoluciji jezika bio je prelazak na jezike treće generacije (3GL) zahvaljujući kojima se postiglo još veće povišenje nivoa apstrakcije.

Jedan od aktuelnih pravaca daljeg povišavanja stepena apstrakcije odnosi se na razvoj jezika usko specijalizovanih za rešavanje problema iz nekog konkretnog domena primene. Ovakvi jezici nazivaju se namenski jezici za domen primene (*Domain-Specific Language* - DSL). Razvoj softvera koji podrazumeva korišćenje DSL-ova naziva se Modelovanje orijentisano na domen (*Domain-Specific Modeling* - DSM). Pored DSL-ova, DSM pristup podrazumeva i korišćenje automatskih transformacija opisa sistema iz DSL-a u jezik završne implementacije, što može biti npr. neki 3GL.

DSM je jedan od pravaca u oblasti inženjerstva zasnovanog na modelima (*Model-Driven Engineering* - MDE).

NAPOMENA:

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

Podrška od strane odgovarajućih softverskih alata igra vrlo važnu ulogu za realizaciju DSM i MDE ideja u praksi [1]. Danas postoji nekoliko okruženja koja pokušavaju da pokriju sve aspekte pravljenja DSM rešenja. Cilj ovog rada jeste upoznavanje sa *Visual Studio Visualization and Modeling SDK* (VM SDK) okruženjem [3]. Osnovne osobine koje okruženje treba da poseduje da bi omogućilo pravljenje kompletnog DSM rešenja su [2]: podrška za metamodelovanje, podrška za serijalizaciju i perzistenciju modela, podrška za kreiranje notacije jezika i odgovarajućih editora, podrška za integraciju sa postojećim alatima i okruženjima i podrška za transformacije modela i generisanje željenih izlaza. U radu je ispitano u kojoj meri VM SDK odgovara na navedene zahteve kroz opis različitih aspekata okruženja. U cilju potvrde mogućnosti primene ovog alata u praksi, izvršena je implementacija jednog DSL-a za odabrani domen, kao i generatora koda koji prevodi modele opisane definisanim jezikom u izvršiv oblik. Domen primene razvijenog alata, kojeg čine DSL i generator koda, jesu poslovne web ili internet aplikacije. Sam DSL je pogodan za opis poslovnih aplikacija i van Internet domena.

2. PREGLED VISUAL STUDIO VM SDK OKRUŽENJA

Visual Studio VM SDK predstavlja integrisani skup alata koji omogućuje kreiranje meta-modela jezika, njegove vizualizacije, kao i kreiranja novih instanci modela jezika i pokretanja generatora koda radi dobijanja ciljne implementacije iz modela. Ovim rešenjem, kompanija Microsoft nastoji da u praksi realizuje ideju fabrika softvera, kao deo vizije automatizacije procesa razvoja softverskih sistema. Pristup fabrike softvera predstavlja jednu konkretizaciju DSM pristupa.

3.1 Osnovni delovi okruženja

Visual Studio VM SDK sastoji se iz skupa alata koji su integrisani tako da nude jedinstveno okruženje za definisanje celokupnog DSM rešenja. Delovi iz kojih se ovaj alat sastoji opisani su u nastavku.

Projektni asistent omogućuje kreiranje početnog DSM rešenja, izborom nekog od ponuđenih šablona. Po završetku rada projektnog asistenta, dobija se rešenje sa dva projekta: Dsl projekat i DslPackage projekat.

Dsl projekat sadrži programski kod koji predstavlja specifikirani DSL. Ovaj kod je generisan upotrebom *DSL Designer* editora koji će biti opisan u nastavku. Pored ovoga, Dsl projekat može da sadrži ručno pisani kod koji dopunjuje izgenerisano rešenje radi njegovog prilagođavanja.

DslPackage projekat služi za definisanje načina povezivanja komponenti iz Dsl projekta u jednu celinu u obliku grafičkog editora koji se integriše sa *Visual Studio* okruženjem.

DSL Designer grafički editor (*Dsl Designer*) služi za definisanje meta-modela, kao i za definisanje grafičke notacije jezika i njeno povezivanje sa elementima meta-modela.

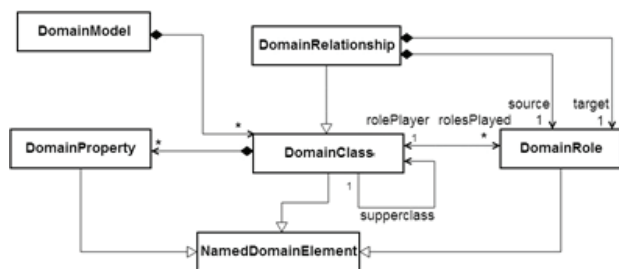
Skup generatora koda preuzima XML specifikacije meta-modela i konkretne sintakse kao ulaz i daje C# kod jezika namenskog za domen, kao izlaz, i smešta ga u Dsl projekat.

Okvir za vršenje transformacija modela omogućava pravljenje generatora koji kao ulaz uzimaju DSL modele, a kao izlaz daju proizvoljan tekst (npr. programski kod).

Eksperimentalna instanca *Visual Studio* okruženja omogućuje da se odmah pokrene generisani grafički editor DSL-a radi testiranja i validacije.

3.2 Meta-meta-model

VMSDK nudi integrisano okruženje u okviru kojega se elementi meta-meta-modela koriste za pravljenje odgovarajućeg meta-modela (*Dsl Designer*). Na slici 1. je prikazan pojednostavljen meta-meta-model alata.



Slika 1. Meta-meta-model VMSDK okruženja

Domenski model (*DomainModel*) je element meta-meta-modela čija instanca predstavlja korenski element meta-modela koji se sastoji iz hijerarhije klasa i međusobnih odnosa između njih.

Domenska klasa (*DomainClass*) definiše skup ili klasu objekata sa istim osobinama kao što su atributi ili vrste veza. Generalno govoreći, *DomainClass* predstavlja koncept ili tip entiteta iz domena koji se modeluje.

Domenska veza (*DomainRelationship*) je koncept koji služi za povezivanje elemenata definisanih *DomainClass* konceptima. Alat definiše dve vrste domenskih veza: ugrađene domenske veze i referencirajuće domenske veze.

Ugrađena domenska veza (*Embedding DomainRelationship*) predstavlja tip veze kod koje su instance jednog domenskog koncepta ustvari atributi instance drugog domenskog koncepta. Time se specificira da jedan koncept ima životni vek ugrađen u drugi.

Referencirajuća domenska veza (*ReferenceDomainRelationship*) predstavlja jednostavnu asocijaciju između dve domenske klase (*DomainClass*), tj. između dva koncepta meta-modela.

Domenska uloga (*DomainRole*) služi za indirektno povezivanje domenske klase i domenske veze. Koncept domenske uloge proširuje semantiku veze. Neke od osobina koje je moguće definisati ovim konceptom su višestrukost, način propagacije brisanja, itd.

Domensko svojstvo (*DomainProperty*) je koncept koji predstavlja osobinu nekog elementa meta-modela

(*DomainClass* ili *DomainRelationship* koncepta). Neki od najvažnijih atributa ovog koncepta su: tip, vrsta, kategorija i podrazumevana vrednost.

Nasleđivanje (Inheritance) predstavlja vrstu veze između domenskih konceptata kojom se modeluje jednostruko nasleđivanje. Koncepti nad kojima je moguće primeniti nasleđivanje su *DomainClass* i *DomainRelationship*.

3.3 Definisanje konkretne sintakse

Definisanje konkretne sintakse integrisano je u okviru alata na istoj radnoj površini *Dsl Designer*-a na kojoj se pravi meta-model. Alat omogućuje definisanje elemenata grafičke notacije prevlačenjem odgovarajućih oblika iz palete sa alatima na predviđenu "plivačku stazu" *Dsl Designer*-a i dalje njihovo preslikavanje na elemente meta-modela korišćenjem alatke *Diagram Element Map*.

Alat nudi sledeće elemente grafičke notacije: geometrijski oblik (Geometry Shape), oblik u vidu slike (Image shape), oblik sa odeljcima (Compartment shape), oblik u vidu veze (Connector), otvor (Port) i plivačka staza (Swimlane).

3.4 Validacija modela

Bitan aspekt modelovanja orijentisanog na domen je mogućnost specifikacija ograničenja i validacije modela. Ograničenjima se uvode dodatni uslovi za koncepte meta-modela koji moraju biti zadovoljeni u toku ili nakon modelovanja, čime se obezbeđuje semantička korektnost izvan okvira onoga što je specificirano sintaksom domenskog jezika.

Alat VMSDK nudi okvir koji omogućuje definisanje dve grupe ograničenja u C# jeziku korišćenjem API-ja domenskog jezika. **Meka ograničenja** (*Soft constraints*) su ograničenja čija se validnost proverava u određenim trenucima rada sa modelom (otvaranje modela, snimanje modela, zahtev za validaciju od strane korisnika). **Tvrda ograničenja** (*Hard constraints*) su interaktivna ograničenja čije narušavanje alat sprečava u svakom trenutku rada sa modelom. Tvrda ograničenja su čvršće povezana sa interakcijom korisnika sa alatom.

3.5 Integracija ručnog koda i mehanizmi proširenja

Arhitektura izgenerisanog alata omogućuje dodavanje ručnog koda radi prilagođavanja i povećanja mogućnosti krajnjeg rešenja. Moguće su proizvoljne izmene kako meta-modela, tako i prezentacije, zatim dodavanje tvrdih ograničenja modela, fina podešavanja raznih karakteristika editora, itd. Najčešće korišćeni mehanizmi integracije generisanog koda sa ručnim su:

Parcijalna klasa (*Partial Class*) omogućuje da se definicija jedne klase raspodeli u nekoliko izvornih fajlova. Svaki izvorni fajl sadrži deo klase i svi delovi se spajaju pri kompajliranju aplikacije.

Dvostruko izvedena klasa (*Double Derived Class*) primenom polimorfizma omogućuje redefinisanje postojećih metoda željenom implementacijom.

Rukovalac događajima (*Event Handler*) omogućuje izvršavanje definisanog koda za određene trenutke izvršavanja programa. U toku rada sa modelom aktivira se veliki broj događaja na koje je moguće reagovati. To su ili događaji tipični za .NET platformu, ili specijalni događaji kao što su učitavanje dokumenta koji predstavlja model, zatim manipulacija elementima modela i njihovim atributima, itd.

Pravilo (Rule) predstavlja mehanizam za reagovanje na izmene modela učitano u memoriju i propagiranje izmena ka željenim elementima modela radi očuvanja njegove konzistentnosti. Pravila omogućavaju reagovanje na promene na nižem nivou od događaja, odnosno na nivou samog modela.

3.6 Serijalizacija modela

Kada se VMSDK alatom definiše DSL, automatski se generišu serijalizator i deserijalizator koji omogućuju snimanje modela i učitavanje modela. Alat koristi sopstveni XML format za serijalizaciju. Model se snima u dva XML fajla od kojih jedan sadrži informacije o modelu, a drugi informacije o prezentaciji modela kao što su pozicija, boja i veličina elemenata. Određene karakteristike podrazumevanog XML formata koji se dobija pri definisanju jezika, moguće je promeniti iz grafičkog okruženja VMSDK alata. U situacijama kada to nije dovoljno, moguće je definisanje serijalizatora ili dela serijalizatora u kodu korišćenjem biblioteka koje sam alat interno koristi za rad sa XML-om nad instancom modela u memoriji.

3.7 Generisanje artefakata iz modela

Platforma .NET, pod kojom radi alat VMSDK, nudi podršku za različite načine generisanja artefakata iz definisanih modela. Najefikasnija tehnika za generisanje artefakata je korišćenje T4 jezika u okviru obrađivača šablona *Text Template Transformation Toolkit* koji je dostupan u *DslProject* projektu. Primena ove tehnike svodi se na korišćenje parametrizovanih šablona koji se sastoje iz tekstualnih blokova koji predstavljaju deo završne implementacije i kontrolne logike napisane u C# ili *VisualBasic* programskom jeziku. Kontrolna logika sadrži parametare modela koji se izvršavaju i pretvaraju u tekst koji predstavlja deo završne implementacije. Tekstualni blokovi koji nisu varijabilni tj. ne zavise od modela, ostavljaju se takvi kakvi jesu. S obzirom na to da se sama struktura šablona preslikava na izgenerisani izlaz, prednost ovakvog pristupa je čitljivost i razumljivost.

4. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

U okviru ovog rada, upotrebom VMSDK alata, razvijen je alat za modelovanje poslovnih *web* aplikacija nazvan *Web Business Language Tool* (WBL alat). Alat se sastoji iz jezika za modelovanje, grafičkog editora koji omogućava kreiranje i ažuriranje modela korišćenjem konceptata razvijenog jezika i generatora programskog koda za jednu internet platformu.

Potreba za razvojem WBL alata nastala je na osnovu uočenih nedostataka postojećih *Rapid application development* (RAD) alata za brz razvoj *web* aplikacija.

4.1 Meta-model

U ovom poglavlju dat je opis konceptata koji čine meta-model jezika WBL alata. Predstavljeni koncepti nisu direktno vezani za domen internet ili *web* aplikacija i mogu se koristiti za opis velikog broja poslovnih sistema koje rade sa bazama podataka.

Aplikacija (Application) predstavlja korenski element modela, koji direktno ili indirektno sadrži sve ostale elemente modela. Ima dva atributa: naziv (*Name*) i ciljani direktorijum (*TargetDirectory*). *Application* poseduje tačno jedan *EntityModel* element i *EntityModel* element

pripada tačno jednom *Application* elementu. *Application* element takođe poseduje tačno jedan *RoleModel* element i *RoleModel* pripada tačno jednom *Application* elementu.

Model entiteta (EntityModel) predstavlja kontejnerski element za sledeće elemente meta-modela: *Entity*, *EntityLink*, *Complex*, *Inheritance* direktno, i *Property* i *Constraints* elemente indirektno.

Entitet (Entity) predstavlja osnovni element za izgradnju domenskog modela. *EntityModel* element poseduje kolekciju *Entity* elemenata (nula ili više). Svaki *Entity* element pripada tačno jednom *EntityModel* elementu. *Entity* element poseduje attribute: *Name*, *Module*, *IsMain* i *View*. Svaki *Entity* element poseduje kolekciju *Property* elemenata. Svaki *Property* element pripada tačno jednom *Entity* elementu.

Svoјstvo (Property) predstavlja osobinu koja opisuje roditeljski *Entity* element. *Property* pored *Entity* elementa kojem pripada, ima i attribute iz tri kategorije: *General*(atributi *Name*, *Label*, *Visibility*, *IsSecured*), *Mapping*(atributi *Type*, *DbType*, *Options*, *IsKey*) i *Positioning* (*Tab*, *Fieldset*). *Property* element poseduje i tačno jedan element *Constraints* i svaki *Constraints* element pripada tačno jednom *Property* elementu.

Constraints element definiše dodatna ograničenja ili uslove koja svojstva entiteta moraju da ispune da bi se entitet smatrao validnim. U tekućoj verziji alata element *Constraints* omogućava definisanje sedam dodatnih ograničenja na vrednost *Property* elementa: *Nullable*, *Unique*, *Blank*, *Maxsize*, *Minsize*, *Email* i *Url*.

Veza entiteta (EntityLink) služi za modelovanje veze između dva entiteta. Pored naziva (*Name*) i reference na izvorni i odredišni entitet (*SourceToTarget Entity* i *TargetToSource Entity*), poseduje sledeće attribute namenjene za predstavljanje relevantnih informacija za oba kraja veze: *SourceToTarget Multiplicity*, *TargetToSource Multiplicity*, *SourceToTarget RoleName*, *TargetToSource RoleName*, *SourceToTarget AccessType*, *TargetToSource AccessType*, *SourceToTarget View*, *TargetToSource View*, *SourceToTarget OnDelete*, *TargetToSource OnDelete*.

Kompleksna veza (Complex) je specijalizacija *Entity* koncepta. Takođe, *Complex* koncept poseduje dodatni atribut *HasCompositeKey*. Ideja ovog koncepta je da za korisnike alata obezbedi intuitivno kreiranje veza između dva entiteta u kojima bi i sama veza mogla da ima svoje attribute i da učestvuje u drugim vezama.

Nasledjivanje (Inheritance) predstavlja koncept jednostrukog nasleđivanja. Element nasleđivanja pored referenci izvorni i odredišni entitet (*ChildEntity* i *ParentEntity*) poseduje i dva atributa – *IsParentAbstract* i *Strategy*.

Model uloga (RoleModel) predstavlja kontejnerski element za *Role* elemente meta-modela.

Uloga (Role) predstavlja koncept čija je uloga da nudi podršku za implementaciju sistema za kontrolu pristupa zasnovanoj na ulogama (*Role-based Access Control* - RBAC).

Za sve koncepte meta-modela definisana je grafička reprezentacija upotrebom alatke *Diagram Element Map* za mapiranje odabranih na koncepte jezika.

4.2 Prilagođavanje alata

U cilji postizanja veće jednostavnosti i upotrebljivosti alata u toku modelovanja, izvršena su različita prilagođavanja i razvijene dodatne funkcionalnosti pisanjem ručnog koda. Primeri ovoga su:

- Implementacija pravila za očuvanje konzistentnosti modela i dodavanje validacionih pravila.
- Implementacija karakterističnih editora vrednosti za odgovarajuće attribute elemenata modela.
- Poboljšanja grafičke notacije i automatsko podešavanje podrazumevanih vrednosti delova modela.
- Serijalizacija određenih delova modela koji nije bilo moguće serijalizovati izgenerisanim serijalizatorom alata.

4.3 Generator koda

Pored jezika, razvijen je i generator koda koji vrši transformaciju platformski nezavisnog modela u programski kod. Rešenje korišćeno u ovom radu zasniva se na upotrebi okvira za razvoj koji poziva izgenerisani kod (*Inversion of Control* - IoC). Za potrebe radnog okvira iskorišćena je Grails [4] platforma na serverskoj strani i AngularJS [5] platforma na klijentskoj strani. Grails predstavlja platformu otvorenog koda za brz razvoj *web* aplikacija zasnovanu na Groovy programskom jeziku. AngularJS je biblioteka napisana u JavaScript jeziku za pravljenje jednostranih *web* aplikacija (*Single Page Application*) u okviru pretraživača.

Pristup korišćen u ovom radu za transformaciju modela u programski kod je korišćenje tekstualnih šablona napisanih u T4 jeziku dostupnom iz obrađivača šablona *Text Template Transformation Toolkit*. Nakon transformacije šablona dobija se tekstualni izlaz koji predstavlja programski kod koji poziva prethodno opisani okvir za razvoj.

4.4 Integracija ručnih izmena

Mogućnost integracije ručnih izmena u programskom kodu generisane aplikacije važna je radi podrške zahteva koji se ne mogu specificirati u okviru modela. Mehanizam ručnih izmena treba da obezbedi mogućnost ponovnog generisanja aplikacije iz modela bez ugrožavanja ručno dodatih izmena. Mogućnost ručnih izmena za modele, servise i kontrolere na serverskoj strani je implementirana korišćenjem dinamičkih aspekata Groovy jezika zasnovanim na konceptima meta-programiranja. *MetaClass* u Groovy jeziku može u toku izvršavanja aplikacije da definiše ponašanje bilo koje Groovy ili Java klase. Tako je moguće definisati šta će se dešavati pri pozivu bilo koje (postojeće ili nepostojeće) metode.

Mogućnost ručnih izmena za poglede (*Views*) implementirana je u okviru kontrolera koji je zadužen za vraćanje pogleda (*TemplateController*).

Mogućnost izmene kontrolera i modela na klijentskoj strani (JavaScript fajlovi) omogućena je korišćenjem *Resources* priključka koji je dostupan u podrazumevanoj instalaciji Grails platforme. Ovaj priključak omogućuje preprocesiranja statičkih resursa što je iskorišćeno u svrhu spajanja ručno pisanih JavaScript fajlova sa izgenerisanim.

5. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada je upoznavanje sa mogućnostima *Visual Studio* VM SDK okruženja i kreiranje DSM rešenja za odabrani domen poslovnih *web* aplikacija upotrebom ovog okruženja. Razvijeno DSM rešenje nudi grafički alat koji omogućuje kreiranje i ažuriranje modela u razvijenom jeziku, kao i generisanje programskog koda na osnovu modela za jednu konkretnu platformu.

U okviru VM SDK alata definisan je meta-model domenskog jezika, specificirani su konkretna sintaksa i ograničenja jezika, razvijen je generator koda i izvršene su dodatne izmene u cilju stvaranja intuitivnog i jednostavnog alata za manipulaciju modela i generisanje koda iz njih. Kao podrška generatoru koda razvijen je i okvir za razvoj zasnovan na Grails platformi i AngularJS biblioteci. Upotrebom dinamičkih svojstava jezika Groovy, omogućena je integracija generisanog i ručno pisanog programskog koda.

Jedna od glavnih odlika pristupa fabrika softvera kao i DSM pristupa koja je potvrđena i u VM SDK okruženju, jeste usredsređivanje na produktivnost alata i finalnih proizvoda koji dovode do rešenja u konkretnim domenskim problemima, umesto na standarde i pitanja portabilnosti i kompatibilnosti. Tako se u VM SDK okruženju ne koriste MOF, UML, OCL ili XMI koji se koriste kod mnogih drugih alata korišćenih u MDE oblasti. Umesto toga, koriste se sopstveni formati i pristupi koji su integrisani u vidu celovitog alata za specificiranje kompletnih DSM rešenja.

Mogući dalji pravac razvoja ovoga rada mogao bi biti implementacija razvijenog rešenja u nekom drugom popularnom okruženju za modelovanje orijentisano na domen, kao što je na primer MetaEdit+ okruženje. Na ovaj način, moguće bi bilo izvršiti adekvatno poređenje dva okruženja, čime bi se dobili novi zaključci o prednostima i manama VM SDK okruženja.

6. LITERATURA

- [1] Frédéric Jouaulta, Freddy Allilaire, Jean Bézivin, Ivan Kurtev, *ATL: A model transformation tool*, 2007
- [2] Turhan Özgür, *Comparison of Microsoft DSL Tools and Eclipse Modeling Frameworks for Domain-Specific Modeling in the context of the Model-Driven Development*, 2007.
- [3] *Visualization and Modeling SDK - Domain-Specific Languages*, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb126259.aspx>, 2013. Grails framework, <http://grails.org/>, 2013.
- [4] Grails framework, <http://grails.org/>, 2013.
- [5] AngularJs framework, <http://angularjs.org/>, 2013

Kratka biografija:



Milorad Božić rođen je u Novom Sadu 1987. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2006. god. Bečelov rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2010. god. Master rad iz iste oblasti odbranio je 2013. god.

REALIZACIJA UPRAVLJANJA PAMETNIM UTIČNICAMA POMOĆU BEŽIČNE SPREGE**REALIZATION CONTROL OF SMART OUTLET VIA WIRELESS INTERFACE**Radovan Čelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan način povezivanja pametne utičnice na mrežu pomoću WiFi modula CC3000. Implementovan je algoritam za javljanje i otkrivanje pametnih utičnica koje se nalaze na mreži. U radu su prikazane mogućnosti mikrokontrolera MSP430 sa FRAM memorijom, i povezivanje mikrokontrolera preko SPI komunikacije sa pametnom utičnicom. Opisan je UPnP protokol, problemi koji su se javili prilikom implementovanja UPnP protokola usled ograničenih mogućnosti mikrokontrolera, kao i način prevazilaženja istih. Predstavljen je način pametnog konfigurisanja WiFi modula CC3000. Realizovana je klijentska aplikacija na PC računaru koja omogućuje korisniku da vidi sve pametne utičnice koje se nalaze na mreži kao i upravljanje konkretnom pametnom utičnicom.

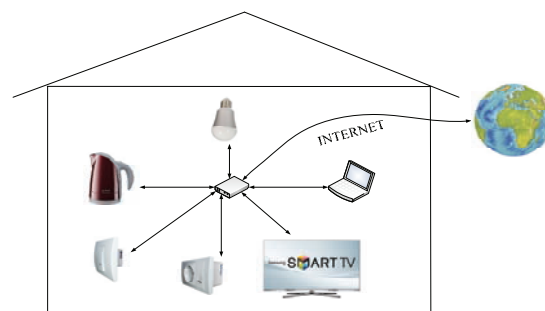
Abstract – Connection of the smart outlet on the network with the WiFi modulus CC3000 is described in this paper. Algorithm for answering and detecting smart outlet on the network have been implemented. This paper shows all of the opportunities of microcontroller MSP430 with FRAM memory, also it shows connecting microcontroller using SPI communications with smart outlet. UPnP protocol was described, and the issues which have been occurred during the implemented UPnP protocol. The reason why is limitations of microcontroller. The smart way to configure WiFi modulus CC3000 is described here. The client application was realized on PC, which allows visibility of all smart outlet which are on the network, and also controlling with some specific smart outlet.

Ključne reči: CC3000, FRAM, freeRTOS, MSP430, UPnP, Pametna utičnica, SSDP,

1. UVOD

Da bi se pokrenuo bilo koji električni uređaj u domaćinstvu potrebno mu je napajanje koje dobija preko utičnice. Radi bolje kontrole i upravljanja uređajima razvila se pametna utičnica. Pomoću pametne utičnice možemo da prikupljamo informacije o potrošnji uređaja. Pored toga možemo da uključimo ili isključujemo uređaj koji je u nju uključen. Jedna od namena pametne utičnice jeste mogućnost korisnika da joj pristupi upotrebom svog računara. Način pristupa pametnoj utičnici koji je ujedno i najlakši jeste pomoću bežične sprege. Ideja realizacije ovog zadatka je bila pristup pametnoj utičnici korišćenjem

WiFi (*Wireless Fidelity*) modula. WiFi modul je odabran iz razloga što danas većina rutera koje koristimo za u domaćinstvu imaju u sebi ugrađen WiFi modul. Pametne utičnice možemo da povežemo na ruter koji imamo u kući i preko njega da vršimo upravljanje sa utičnicama. Problem koji nastaje u pametnoj kući jeste kako pametnoj utičnici poslati podatke na koju mrežu da se poveže. Potrebno je na neki način konfigurisati WiFi modul da zna na koji modem da se poveže. Nakon konfigurisanja svaki WiFi modul bio bi povezan na modem, a korisnik bi upotrebom računara preko modema uzimao podatke od svakog pojedinačnog uređaja korišćenjem nekog od internet protokola. Zbog toga je iskorišćen WiFi modul firme Texas Instruments CC3000, koji ima mogućnost prelaska u AP (*access point*) mod. U tom modu WiFi modul ima mogućnost prijema informacija na koju mrežu da se poveže. Ako se u svakoj utičnici nalazi WiFi modul koji se povezuje na ruter, a preko njega i na internet, da ovo daje mogućnost upravljanja uređajima putem interneta a samim tim i upravljanje njima na daljinu. Međutim ovom problematikom se nije bavilo u radu. U radu se bavilo problematikom upravljanja uređajima samo u okviru mreže pametne kuće.



Slika 1. Koncept rada pametne kuće

Tema rada je bila realizacija uređaja koji bi se povezivao na ruter preko WiFi modula. Implementiran je protokol za javljanje i otkrivanje uređaja na mreži, upravljanje pametnom utičnicom preko WiFi modula i pametno konfigurisanje WiFi modula, preko čega dobija podatke na koju mrežu da se poveže. Sa slike 1. se može videti ideja na kojoj se bazira realizacija rada.

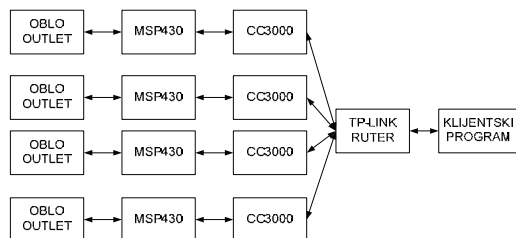
2. KONCEPT REALIZACIJE REŠENJA

Za realizaciju rada iskorišćen je razvojni sistem MSP430FR5739, WiFi modul CC3000, TPlink modem, pametna utičnica „OBLO outlet” i računar sa klijentskom aplikacijom. Koncept rada uređaja je sledeći. CC3000 prvo ulazi u pametno konfigurisanje (AP mod) gde prima informacije na koju mrežu može da se poveže. Nakon toga mikrokontroler šalje poruke svakih 20s da javi mreži

NAPOMENA:

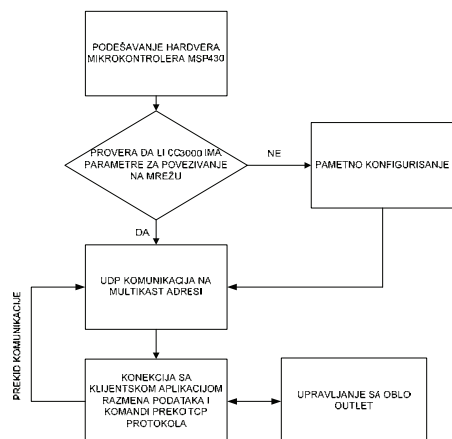
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miloš Živanov, red.prof.

da se on nalazi na njoj, i u tom paketu šalje potrebne informacije da klijentska aplikacija može da se poveže na konkretnu pametnu utičnicu. Paketi se šalju na multikast adresu upotrebom UDP protokola. Sprega između računara i pametne utičnice je ruter. Klijent može od pametne utičnice da traži podatke o potrošnji, da je uključi ili isključi. Kada klijent pošalje komandu, mikrokontroler treba da iskomunicira sa OBLO utičnicom, da uzme od nje sve potrebne podatke koje korisnik želi i da ih prosledi nazad korisniku ili da obavi operaciju koju mu je korisnik zadao.



Slika 2. Blok šema funkcionisanja uređaja u mreži

Na sl.2. je prikazano više uređaja, dok će u radu biti opisan samo jedan, ali i ostali bi funkcionisali na isti način. Ovo je ujedno ono što treba da bude i krajnja realizacija ovog rada, da u okviru jedne mreže imamo uređaje o kojima znamo sve na osnovu poruka koje šalju i da se može pristupiti bilo kom uređaju ukoliko to korisnik želi.



Slika 3. Blok šema rada programa na MSP430

Na sl.3. je prikazano na koji način je realizovan softver na razvojnom sistemu. Kao što se vidi softver stalno šalje poruke na multikast adresu, dok god ne dobije od klijenta komandu. Kada dobije komandu od klijenta prekida se komunikacija sa multikast adresom i vrši se uspostava komunikacije sa klijentskom aplikacijom, gde se na osnovu komandi vrši komunikacija i sa pametnom utičnicom. Nakon završetka komunikacije program ponovo počinje da šalje podatke na multikast adresu. Komunikacija između klijentske aplikacije i uređaja se vrši preko UDP i TCP protokola.

Slanje poruka u mrežu o postojanju uređaja se vrši preko UDP protokola. Svi uređaji kada se povežu na ruter šalju svoje podatke na multikast adresu, klijentski program sluša tu multikast adresu i izlistava uređaje koji su na toj adresi prijavljeni.

Kada želi da se poveže sa konkretnim uređajem na toj mreži klijentska aplikacija šalje na tu multikast adresu poruku koju dobijaju svi uređaji ali samo uređaj kome je

namenjena ta poruka reaguje na nju. Nakon toga se vrši uspostava komunikacije sa konkretnom utičnicom preko TCP komunikacije.

3. OPIS PROGRAMSKOG REŠENJA

Mikrokontroler koji je korišćen za realizaciju je MSP430FR5739 sa FRAM (ferroelectric RAM) memorijom. Ovo je memorija visokih performansi sa malom potrošnjom energije, koja čuva podatke i kada nema napajanja. FRAM memorija ima sve prednosti koje ima FLASH i EEPROM memorija a pri tome ima veliku brzinu upisa kao RAM memorija. Najveći broj ciklusa čitanje/upis u FLASH i EEPROM memorije su oko sto hiljada puta. Broj ovih ciklusa kod FRAM memorije je oko 100 trilion puta. Za cikluse čitanja i upisa u FRAM memoriju potrebno je da napon napajanja bude minimalno 1.5V i zbog ovog smanjenog napajanja *footprint* je manji. Potrošnja ove memorije je 250 puta manja od FLASH memorije za istu količinu protoka podataka memorije. FRAM memorija je 120 puta brža od FLASH memorije. Prilikom upisa/čitanja podataka potrošnja je tri puta manja nego kod FLASH memorije a tom prilikom je FRAM memorija i do 120 puta brža.

WiFi modul CC3000 u sebi ima mikrokontroler na koji je implementiran TCP/IP stek protokol na osnovu koje funkcioniše modem. CC3000 je tako napravljen da u potpunosti podržava IEEE 802.11 b/g internet standard. Namenjen je za IPv4 internet protokol, podržava zaštitite WEP/WPA/WPA2 i ima mogućnost ulaska u AP mod koji se koristi za pametno konfigurisanje modula. WiFi modul se ne programira nego ima pinove za SPI komunikaciju preko kojeg mikrokontroler MSP430FR5739 komunicira sa CC3000. Princip rada CC3000 je takav da se njemu šalju gotove komande preko SPI komunikacije, a pošto ima implementiran TCP/IP protokol te komande koje mu se pošalju on izvršava. TI je implementirao *Host Driver* pomoću kojeg se komunicira sa CC3000. *Host Driver* je tako realizovan da korisnik ne mora da razmišlja o nižem nivou komunikacije između CC3000 i mikrokontrolera nego da poziva funkcije koje se nalaze u delu *Host Driver* i gradi se aplikativni nivo koje potreban za dati rad.

Prilikom pokušaja relazacije UpnP protokla koristili smo FreeRTOS koji zauzima manje od 10KB RAM memorije, nije tačno specificirano koliko tačno zauzima. Ukoliko se uzme da je Host Driver oko 5KB i ako se na to doda još FreeRTOS to je ukupno oko 16KB a upravo toliko je FRAM memorije na raspolaganju. Po specifikaciji FreeRTOS-a se ne navodi koliko tačno prostora potrebno za njega. 10KB koje zauzima FreeRTOS može da se smanji. U tom slučaju FreeRTOS zauzima oko 7KB i ovo se postiže korišćenjem raznih metoda optimizacije koje poseduje FreeRTOS, a i sam CCS, tako da za implementiranje HTTP servera i UDP klijenta ostaje dovoljno prostora. Veliko ograničenje prilikom realizacije ove ideje je statička memorija mikrokontrolera. Globalne promenljive zajedno sa *Host Driver* zauzimaju oko 360B SRAM memorije, dok ostali deo memorije ostaje raspoloživ za taskove što iznosi 640B. Svaki task zauzima memoriju u zavisnosti od toga koju funkciju obavlja. Eksperimentalno je utvrđeno da je nedovoljno SRAM meorije za pokretanje FreeRTOS-a i zbog toga se

odustalo od implementacije FreeRTOS-a i UPnP protokola i relizovana je klijentska aplikacija sa novim protokolom koji je osmišljen samo za ovu namenu. Zadržan je princip SSDP protokola samo što je izgled NOTIFY poruke drugačiji. Na računaru je napravljen program pod Linuxom i realizovan je tako da on može da prima i šalje poruke preko multikast adrese. Kada se uđe u komunikaciju sa pojedinačnim uređajem šalju se komande prema uređaju a istovremeno se i dalje primaju poruke sa multikast adrese. Mana ove realizacije je ta što je potrebno razviti i klijentsku aplikaciju za upravljanje sa uređajima. Ukoliko bi bio realizovan UPnP protokol uređajima bi moglo da se upravlja na mnogo jednostavniji i za korisnike lakši način.

Algoritam rada programa na mikrokontroleru je sledeći: uređaj prvo uzme parametre za povezivanje na mrežu pomoću pametne konfiguracije, nakon toga da se poveže na mreži i šalje podatke na multikast adresu i na kraju komunikacija sa korisničkom aplikacijom i izvršava naredbe koje se od nje dobiju. Pametno konfigurisanje se odvija po sledećem postupku. Pametan telefon se poveže na željenu mrežu preko svog WiFi-a. Na njemu treba da je instalirana aplikacija koji vrši konfigurisanje CC3000. Pošto je pametan telefon već konektovan na mrežu on ima sve podatke o mreži. Potrebno je samo uneti šifru mreže ukoliko je zaštićena i da li se želi enkripcija podataka. Da bi se izvršila ova zaštita potrebno je otključiti opciju *key* na aplikaciji za konfigurisanje CC3000, i uneti ključ sa kojim će se izvršiti zaštita. Svaki naredni put kada se uređaj pokrene parametri za datu mrežu ostaju upamćeni i on se konektuje da tu mrežu ukoliko je ona u dometu. Ako nije u dometu potrebno je ponovo konfigurisati uređaj za novu mrežu koja je u dometu CC3000.

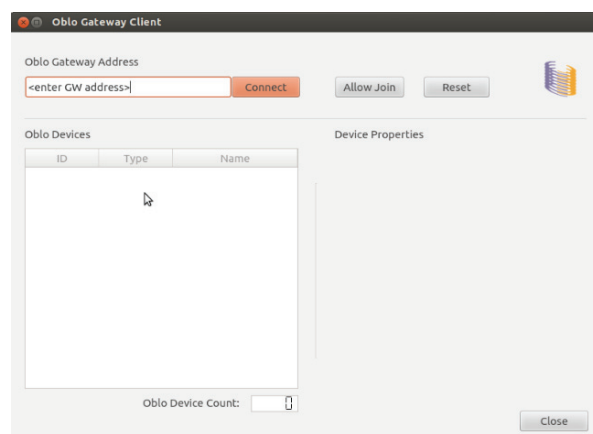
Nakon što CC3000 zna na koju mrežu da se poveže, potrebno je realizovati protokol za javljanje uređaja na mrežu. Multikast adresa na kojoj je realizovan protokol za javljanje uređaja je 239.255.255.255. Aplikacija je tako realizovana da ona sluša poruke koje se razmenjuju kroz multikast adresu i na određene poruke reaguje. Svakih 20s se šalje NOTIFY poruka sa imenom uređaja, IP adresom i portom uređaja. Na osnovu IP adrese i porta se pristupa datom uređaju. Klijentska aplikacija kada se pokrene odmah pošalje M-Serach, da joj se svi uređaji koji su na mreži jave. Nakon toga svakih 20s od svakog uređaja dobija NOTIFY poruku. Kada sa multikast adrese stigne poruka da klijentska aplikacija želi da se poveže sa bas tim uređajem, izlazi se iz ovog dela programa i ulazi se deo programa koji je namenjen za razmenu podataka sa klijentskom aplikacijom.

Pristupanje uređaju se vrši tako što se iz NOTIFY poruke datog uređaja uzimaju IP adresa i port i klijentska aplikacija vrši uspostavu veže sa uređajem. Uređaj ulazi u deo koda gde se ponaša kao TCP server i očekuje klijenta da se poveže na njega. DHCP server svaki put kada se uređaj poveže na mrežu dodeljuje uređaju IP adresu koja se drugačija svaki put kada se poveže na mrežu. Zbog toga je potrebno da u NOTIFY poruku stavimo IP adresu da klijentska aplikacija zna preko koje IP adrese da pristupi uređaju koristeći TCP protokola.

Kada DHCP server dodeli IP adresu CC3000, potrebno je ju je sačuvati u memoriji. Isčitavanje IP adrese od modema mora da se slaže, jer se IP adresa sastoji od 4 okteta. Tako da se isčitavaju redom okteti i slažu u

prihvatnu memoriju. Nakon toga se IP adresa pomoću funkcije *sprintf* pretvara u NOTIFY poruku. Sada klijentska aplikacija zna preko koje IP adrese da pristupi uređaju. Kada korisnik želi da pristupi konkretnoj utičnici klijentska aplikacija šalje komandu preko multikast adrese na koju samo ta utičnica reaguje i ulazi u deo koda gde se ponaša kao TCP server, i čeka da se klijentska aplikacija poveže na datu utičnicu. Komunikacija je sada direktno klijent utičnica preko TCP protokola. U ovom delu koda se odvija i komunikacija sa *OBLO outlet* pametnom utičnicom preko SPI komunikacije. Nakon prekida komunikacije program se vraća u deo kod koji je namenjen za slanje i prijem poruka na multikast adresi što je prikazano na slici 3.

Klijentska aplikacija je realizovana u korišćenju programa QT creator, pod linux operativnim sistemom. Izgled aplikacije prikazan je na slici 4. Aplikacija je tako realizovana da je u potpunosti kompatibilna sa programom koji se nalazi na pametnim utičnicama. U program se prvo unosi multikast adresa na kojoj na kojoj se izvršava otkrivanje uređaja, a po slanju komande za komunikaciju sa konkretnom utičnicom počinje da se odvija komunikacija sa njom preko TCP protokola ali se i dalje sluša komunikacija na multikast adresi. Nakon prekida komunikacije sa jednom pametnom utičnicom isključuje se deo programa koji radi preko TCP protokola, do ponovnog slanja komande za komunikaciju sa nekom od pametnih utičnica.



Slika 4. Izgled klijentske aplikacije

Na slici 4. je prikazn izgled klijentske aplikacije gde se u gornjem levom uglu unosi multikast adresa a nakon toga se izlistavaju pametne utičnice koji se nalaze na toj mreži. Klikom na konkretnu utičnicu se vrši povezivanje i mogućnost upravljanja sa njom.

4. PRISTUP I REZULTATI TESTIRANJA

Nakon realizacije uređaja pristupilo se njegovom testiranju. Prvi deo je testiranje pametne konfiguracije, drugi deo je testiranje prozivke uređaja preko multicast adrese i testiranje rada razmene podataka između klijentske aplikacije i CC3000 korišćenjem TCP protokola. I na kraju je potrebno testirati da li je razmena podataka između pametne utičnice i razvojnog okruženja ispravno. Ovo je testirano tako što se više različitih uređaja uključivano u OBLO outlet i testirano je njihovo uključivanje/isključivanje, i potrošnja.

Testiranje pametne konfiguracije može da se posmatra iz dva ugla. Udaljenost mobilnog telefona od WiFi modula

CC3000, i brzina konfigurisanja. Testiranje je vršeno na sa promenom udaljenosti od po 4m sa i bez prepreka.

Tabela 1 Test pametnog konfigurisanje modula CC3000

	0m	4m	8m	12m	16m	20m
Bez prepreka	Uspešno	Uspešno	Uspešno	Uspešno	Uspešno	Uspešno
Brzina konfigurisanja	~10s	~10s	~10s	~10s	~10s	~10s
Sa preprekama po xy osi	Uspešno	Uspešno	Uspešno	Uspešno	Uspešno	Uspešno
Brzina konfigurisanja	~10s	~10s	~10s	~10s	~10s	~10s
Sa preprekama po xz osi	Uspešno	Uspešno	Neuspešno	Neuspešno	Neuspešno	Neuspešno
Brzina konfigurisanja	~10s	~10s	Beskonačno	Beskonačno	Beskonačno	Beskonačno

Na osnovu ovog testiranja se došlo do zaključka da dok god mobilni telefon prima signal od rutera, da može da konfigurise WiFi modul, pametna konfiguracija radi u potpunosti ispravno. Prema merenjima koje su vršena u najgorem slučaju mobilni telefon je bio udaljen oko 20m od CC3000 i dve prostorije su ih delile i WiFi modem se konfigurisao bez problema. Testirano je sa te udaljenosti i sa više različitih telefona koji su bili povezani na različite mreže i isto tako se izvršila konfiguracija bez problema. testirana je pametna konfiguracija i sa sprata niže i više u odnosu na WiFi modul CC3000 i on se konfigurisao bez problema. Naredni deo testiranja je testiranje mreže. Uređaj je pušten da radi u ovom delu 3 dana i za sve vreme je slao ispravno podatke. Test je urađen tako što je se nakon svakih 30 paketa NOTIFY, odnosno svakih 10 minuta program ulazio u deo koda koji je namenjen za TCP komunikaciju sa klijentom, gde je automatski uključivao i isključio uređaj i izašao iz ovog dela koda, i nastavio da šalje podatke na multikast adresu.

Tabela 2. Test ispravnosti rada mreže

	Vremenski period testiranja 72 sata
Broj poslanih NOTIFY poruka	13392
Broj ulaska u TCP komunikaciju	432

Što se tiče rada prozivke uređaja, on radi bez problema, jer je ovde definisana logika košičenjem UDP protokola na određenoj multikast adresi koja se oslanja na SSDP protokol. Razmena podataka između klijentske aplikacije i CC3000 takođe radi bez problema. U ovom delu programa ne sme da dođe do problema iz razloga što ukoliko dođe do greške u slanju komande može da dođe do katastrofalne situacije. Na osnovu ovih rezultata dolazi do zaključka da je uređaj ispravan i pouzdan za rad.

Uređaji koji su uključivani preko pametne utičnice su bili rezistivnog i rezistivno-kapacitivnog tipa. Potrošač rezistivnog tipa je sijalica različite snage i merena je njena potrošnja. Potrošnja je merena tako što je stavljana sijalica različite potrošnje i njenu potrošnju znamo na onovu specifikacije proizvođača. Očitavani su podaci koje pametna utičnica pošalje korisničkoj aplikaciji. Rezultati ovog merenja se mogu videti u prvom delu tabele 3. Nakon toga na red sa sijalicom je dodat kondenzator tako da je sada uključivanje uređaja nije čisto otporničkog karaktera, nego sada uređaj koji se uključuje je RC kolo. Kod ovog testiranja mora se koristiti referentni uređaj na osnovu koje se približno znaju rezultati koji treba da se dobiju od pametne utičnice Rezultati ovog testiranja mogu se videti u drugom delu tabele 3

Tabela 3 U prvoj tabeli je potrošnja sijalice a u drugoj je potrošnja sijalice sa kapacitivnim opterećenjem

	OHM	Sijalica [W]	Kondenzator [uF]	VMP 20	OHM
40	37	40	8	0,242	0,258
100	91	100	8	0,559	0,587
150	138	140	8	0,688	0,714
200	181	200	8	0,806	0,824
250	228	240	8	0,851	0,867
300	272	300	8	0,894	0,906
350	317	340	8	0,913	0,925
400	362	440	8	0,945	0,952
450	406				
500	448	40	18	0,105	0,131
550	495	100	18	0,28	0,303
600	534	140	18	0,387	0,409
650	586	200	18	0,517	0,535
700	627	240	18	0,599	0,611
750	674	300	18	0,68	0,69
800	717	340	18	0,725	0,734
850	762	400	18	0,774	0,788
900	810	440	18	0,804	0,816
950	854	500	18	0,837	0,849
1000	897	600	18	0,875	0,887
1050	945	700	18	0,903	0,914
1150	1029				

Na osnovu rezultata merenja vidi se da postoji odstupanje od tačnih rezultata koje pametna utičnica meri, ali rezultati ne izlaze iz granica $\pm 10\%$. I na osnovu ovih rezultata dolazimo do zaključka da je komunikacija između pametne utičnice i klijentske aplikacije ispravna.

5. ZAKLJUČAK

Projekat realizacije WiFi modula za pristup uređajima pametne kuće pokazuje koliko tehnologije može da utiče da nam olakša uslove života i da pruži što veći osećaj komfora, a ujedno i uštede. Pristup uređajima preko interneta uvodi nas u eru daljinskog upravljanja uređajima, gde u ovom slučaju možemo da upravljamo sa procesima u kući iako smo desetinama pa možda čak i hiljadu kilometara udaljeni od kuće, tj uređaja kojim želimo da upravljamo. Nakon realizacije celokupnog projekta dolazimo do zaključka da je projekat u potpunosti realizovan onako kako je zamišljeno i da je postignuta visok stepen pouzdanosti rada uređaja. Pouzdanost ovih uređaja je od velike važnosti jer pružaju mogućnost upravljanja njima na daljinu preko interneta, koja je jedna od mogućih pravaca razvoja uređaja u budnosti.

4. LITERATURA

- [1] UpnP forum, UPnP™ Device Architecture 1.1, 15.10.2008 Available: <http://www.upnp.org/>
- [2] Texas Instruments, MSP-EXP430FR5739 FRAM Experimenter Board User's Guide, May 2011–Revised February 2012
- [3] Texas Instruments, Wireless Device CC3000, 30.09.2013 Available: <http://processors.wiki.ti.com/index.php/CC3000>
- [4] Texas Instruments, MSP430FR57xx Family User's Guide, May 2011–Revised January 2013

Kratka biografija:



Radovan Čelić rođen je u Novom Sadu 1988. god. Diplomski-Master rad odbranio je 2013. god. na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Projektovanje elektronskih sistema

OTPORNI SENZOR SILE REALIZOVAN NA FLEKSIBILNOM SUPSTRATU FORCE SENSING RESISTOR REALIZED ON FLEXIBLE SUBSTRATE

Danka Brajković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj –U ovom radu prikazana je izrada i testiranje FSR(otporni senzor sile-force sensing resistor) senzora. Senzor se sastoji od tri sloja: fleksibilni supstrat na kome su odštampane srebrne interdigitalne elektrode pomoću Dimatix ink-džet štampača, lepljivi odstojnik(distancer) i FSR sloj sa odštampanim ugljenik mastilom štampanim pomoću K Printing Proofer-a. Izrađena su četiri senzora različitog dizajna aktivne oblasti od kojih se dva razlikuju u dizajnu interdigitalnih elektroda. Deo opreme koji se koristi pri merenju napravljen je u laboratorijskim uslovima i služi kao kontrolisana delujuća sila. Grafički su prikazane zavisnosti: otpornosti od sile, napona od sile i zavisnost otpornosti od temperature. Kod sva četiri senzora otpornost je inverzno proporcionalna sili primenjenoj na aktivnu oblast.

Abstract – This paper presents design, fabrication and characterization of FSR (force sensing resistor) sensors. The sensor consists of three layers: flexible substrate where silver interdigital electrodes were printed with Dimatix ink-jet printer, spacer adhesive and FSR layer with carbon based ink printed using K Printing Proofer. Four FSR sensors were fabricated with different designs of active area, two of them only with different interdigital electrodes. Equipment for testing and characterization has been developed in laboratory conditions and represents a device for implementation of controlled force. The characteristics of the FSR - the resistance dependence of applied force and temperature separately, and the voltage dependence of applied force are shown in graphs. Obtained results for all sensors demonstrated behavior that the resistance of FSR is inversely proportional to the applied force.

Ključne reči:FSR-force sensing resistor, senzor dodira, piezorezistivni senzor, ink-džet štampa, flekso štampa

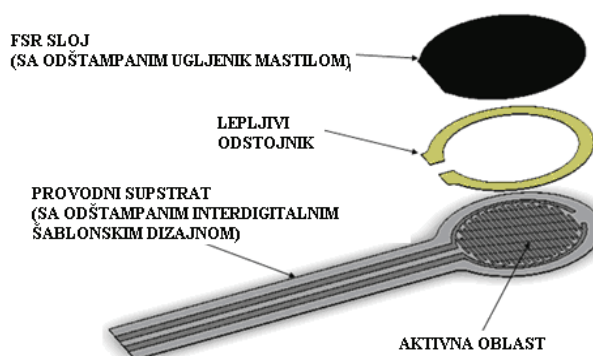
1. UVOD

Senzori se mogu svrstati na više načina. Oni se mogu svrstati po osnovi fizike njihovog rada a mogu se kategorizovati i od strane određenog fenomena koji oni mere. Međutim, jedan fenomen može se meriti mnogim fizičkim principima.

Na primer, zvučni talasi mogu se meriti piezoelektričnim efektom, kapacitivnošću, efektom elektromagnetnog polja i promenama u otpornosti. Senzori mogu biti grupisani po pojedinim primenama [1].

NAPOMENA:

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



Slika 1. Otporni senzor sile (FSR)-prikaz po slojevima

Piezorezistivni senzori tačnije otporni senzor sile je materijal čiji se otpor menja kada se sila ili pritisak primenjuje. Zbog pomenute osobine spadaju i u grupu dodirnih senzora. Oni su takođe poznati kao "otporni senzor sile (Force sensing resistor-FSR)" ili samo FSR [2].

Sastoji se od dva sloja odvojena vazдушnim pocepom. Vazdušni pocep se održava sa lepljivim odstojnikom (distancerom) oko ivica i sa krutošću oba sloja. Jedan sloj provodni supstrat se sastoji od dva seta interdigitalnih prstiju koji su električno različiti gde je svaki set povezan na jedan trag na repu. Drugi sloj FSR sloj je obložen FSR mastilom [4].

Kada se pritisne ili dodirne, FSR mastilo struktura na bazi ugljenika ponaša se kao kratak spoj između provodnih tragova kontakt područja, što dovodi do otpora koji zavisi od primenjene sile. Kada se dve podloge pritisnu zajedno mikroskopske izbočine na površini FSR mastila kratko se spajaju preko interdigitalnih prstiju na okrenutoj površini [3].

Na niskim silama samo najviše izbočine naprave kontakt, a na višim silama ima sve više i više dodirnih tačaka između ove dve podloge. Rezultat je taj da je otpor između elektroprovodljivih tragova obrnuto proporcionalan primenjenoj sili [3]. Postoje najmanje tri proizvođača koji pružaju komercijalne senzore sile zasnovane na piezorezistivnosti: Interlink Eletronics, FlexiForce-Tekscan i LuSense (bivši, sada IEE Tehnologija). Glavne razlike između ovih senzora su u strukturi slojeva i materijalima koji se koriste za aktivnu oblast. FSR su našli primenu u mnogim oblastima neke od njih su robotika, medicina i muzika.

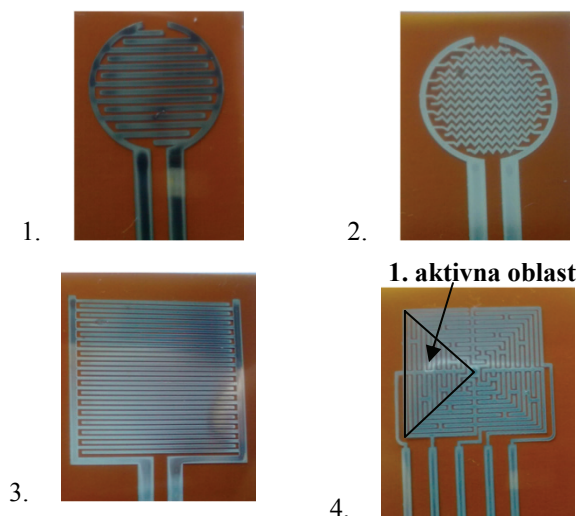
2. REALIZACIJA KOMPONENTE

2.1 Dimatix Material Printer 3000

Dimatix štampač materijala 3000(DMP-deposition materials printer) je štampač baziran na piezo ink-džet

štampanju koji omogućava direktno nanošenje fluida i nudi lakši, brži i razvoj jeftinijih proizvoda i materijala za primenu u elektronici, mehanici, optici i medicini. Ovaj štampač ima površinu za štampanje od 300x300mm i održava pozicionu tačnost i ponovljivost od $\pm 5 \mu\text{m}$ i $\pm 1 \mu\text{m}$, respektno [5]. U ovom slučaju odštampano je 20% srebro na Kapton fleksibilnom supstratu debljine 75 μm . Struktura je štampana u dva sloja 20 % srebra. Struktura je dizajnirana tj. nacrtana u programu DraftSight pa je štampač koristio .dwg fajl.

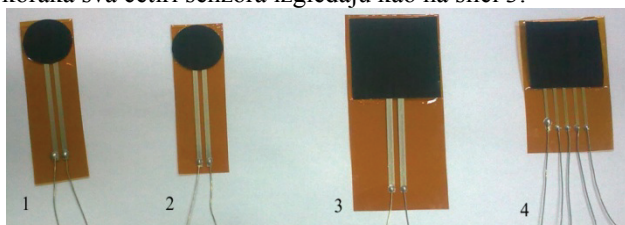
Odštampane su četiri različite strukture prikazane na slici 2, razlika je u dizajnu aktivne oblasti. Kod prve dve strukture razlika je u dizajnu interdigitalnih elektroda dok treća ima kvadratnu aktivnu oblast. Četvrta struktura ima 4 aktivne zone a za testiranje je korišćena samo prva oblast prikazana na slici 2.



Slika 2. Pojedinačni prikaz sve četiri srebrne strukture

2.2 RK K Printing Proofer

Drugi sloj FSR je ugljenik mastilo na fleksibilnom supstratu u našem slučaju je to 0.5 μm Kapton što je postignuto flexo štampom. Štampanje željenog mastila na Kapton izvršeno je pomoću K Printing Proofer-a čiji je proizvođač engleska firma RK Control. Ugljenik mastiloje više puta(dva, tri) odštampano na Kapton. Nakon izrade oba sloja od kojih se sastoji FSR, oni se spajaju pomoću epoksid dvokomponentnog lepka koji se nanosi po obodu kružnog dela srebrne strukture. Za potrebe samog testiranja komponente, na srebrne krajeve su postavljeni kontakti pomoću srebrne paste. Nakon ovih koraka sva četiri senzora izgledaju kao na slici 3.



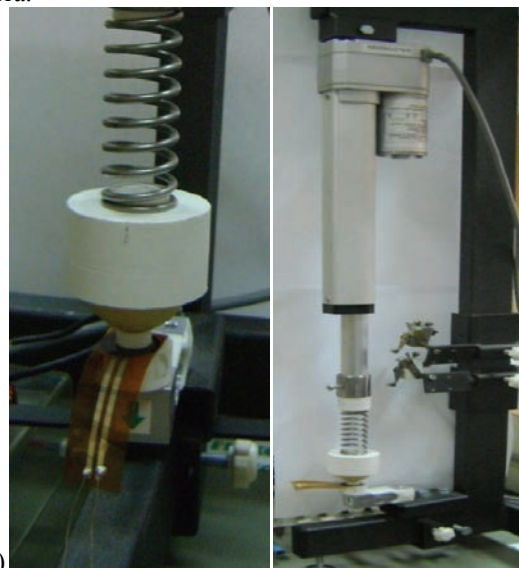
Slika 3. Prikaz gotovih FSR-a

3. MERENJE I REZULTATI

3.1 Merenje

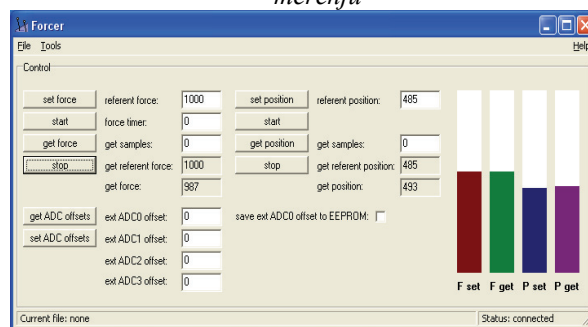
Testiranje FSR-a izvršeno je pomoću opreme prikazane na slici 4. Deo opreme na slici 4.a) sastoji se od krutog

okvira(rama), linernog električnog aktuatora sa pozicijom povratne sprege, opruge, držača aktuatora senzora i referentnog senzora sile. Kruti ram metalne konstrukcije ofarban je u crno. Pored ove mehatroničke platforme ceo sistem takođe uključuje digitalnu elektronsku kontrolu sistema i operatorsku kontrolu softvera pokrenutu na računaru na slici 5, koja omogućava promenu pozicije i promenu primenjene sile. Otpornost kao i napon izrađenih senzora merene su pomoću multimetra. Za potrebe merenja korišćen je i naponski izvor. Uobičajeni način korišćenja FSR-a takođe je predložen od proizvođača a to je primeniti silu na fiksni deo ili celu aktivnu oblast senzora.



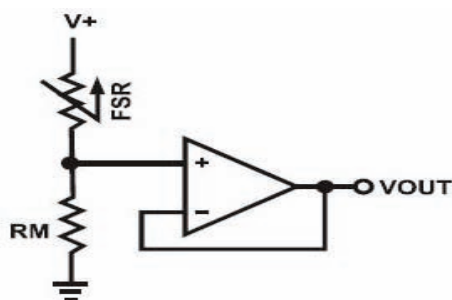
b)

Slika 4. a) Deo i b) Kompletan oprema korišćena pri merenju



Slika 5. Softverska kontrola uređaja za testiranje

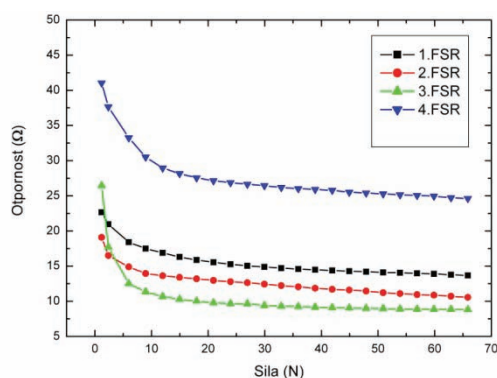
Za sve četiri komponente izvršeno je merenje, a za svaku od njih u nastavku su prikazani grafici koji pokazuju zavisnost otpornosti od sile, napona od sile i otpornosti od temperature. Za prvu zavisnost korišćena je opisana eksperimentalna postavka na početku odeljka, za drugu zavisnost pored opisane postavke korišćeno je i kolo naponskog razdelnika u koje je bio uključen naš FSR slika 6. Što se tiče treće zavisnosti za te potrebe korišćen je fen kojim je postizana željena temperatura kao i IC kamera koja je kontrolisala tačnost temperature. Rezultati merenja prikazani su grafički. Prikazana su tri različita grafika tačnije zavisnost otpornosti od sile, napona od sile i otpornosti od temperature.



Slika 6. Naponski razdelnik

3.2 Rezultati i diskusija

Na slici 7 koja pokazuje promenu otpornosti pri promeni sile vidi se da se otpornost sa delovanjem sile smanjuje i to je prikazano za sva 4 FSR-a.



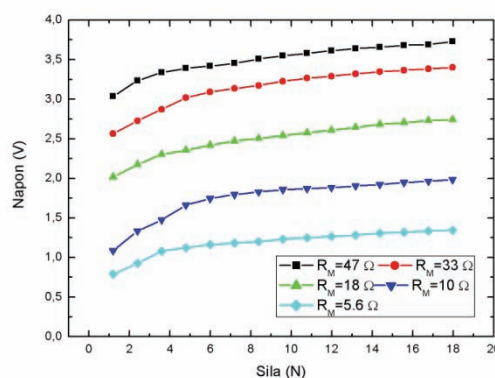
Slika 7. Zavisnost otpornosti od sile za sva 4 FSR-a

Tabela 1. Opseg otpornosti pri promeni sile sa slike 7

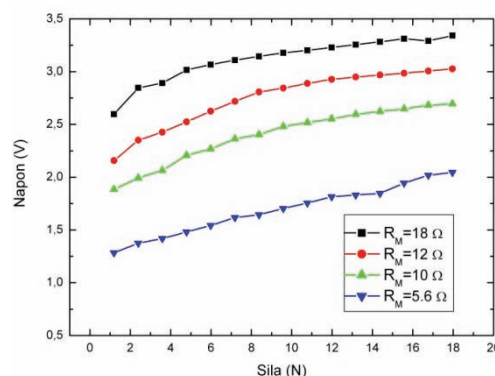
	1.FSR	2.FSR	3.FSR	4.FSR
R_{FSRmax}	22,65 Ω	19,07 Ω	26,43 Ω	41,05 Ω
R_{FSRmin}	13,67 Ω	10,57 Ω	8,81 Ω	24,81 Ω

Opseg sile je od 1,19 N do 65,7 N i isti opseg je korišćen za sva četiri FSR-a. Na slici 7 se vidi da treći FSR sa najvećom aktivnom oblašću ima najmanu otpornost od 8,81 Ω pri primeni maksimalne sile dok četvrti FSR sa najmanjom aktivnom oblašću ima otpornost od 24,81 Ω pri istoj sili.

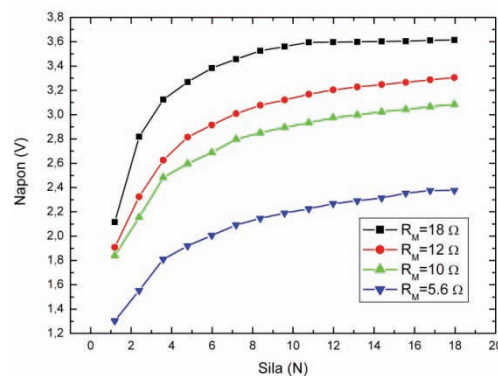
Na slikama 8-11 prikazana je promena napona pri promeni sile i to za više vrednosti otpornika R_M , kako bi se videla promena napona u čitavom opsegu.



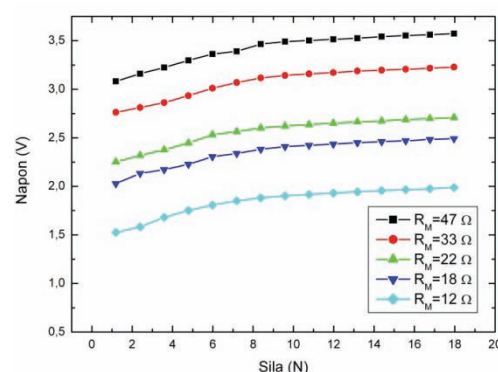
Slika 8. Zavisnost napona od sile za 1. FSR



Slika 9. Zavisnost napona od sile za 2. FSR



Slika 10. Zavisnost napona od sile za 3. FSR



Slika 11. Zavisnost napona od sile za 4. FSR

Napon raste sa povećanjem primenjene sile, što se može i pokazati pomoću formule za naponski razdelnik:

$$V_{out} = \frac{V_+}{1 + \frac{R_{FSR}}{R_M}} \quad (1)$$

gde je V_{out} izlazni napon, V_+ napon napajanja, R_{FSR} otpornost FSR-a, a R_M merni otpornik. Znamo da će se otpornost R_{FSR} smanjiti sa povećanjem sile. Primenjujući to u formuli (1) vidimo da će napon V_{out} rasti sa smanjenjem R_{FSR} što se i vidi na slici 8. Ovo važi za sva četiri FSR-a.

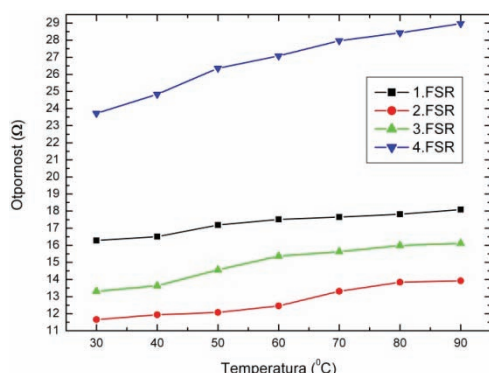
R_{FSR} se računa iz predhodne formule

$$R_{FSR} = R_M \left(\frac{V_+}{V_{out}} \right) - R_M, \quad (2)$$

gde je $V_+ = 5$ V.

Pomoću formule (2) može se proveriti validnost opsega otpornosti datog u tabeli 1 i to uvrštavanjem poznatih vrednosti napona V_{out} prikazanih na slikama 8-11 i vrednosti R_M .

Na slikama 8-11 vidi se da je primenjena sila u opsegu 1.19 N do 17.96 N jer na većim silama bi bilo manjih promena napona zbog manje promene otpornosti R_{FSR} .



Slika 12. Zavisnost otpornosti od temperature za sva 4 FSR-a

Na slici 12 vidi se da se otpornost povećava sa povećanjem temperature.

Temperatura se menja u opsegu od 30°C do 90°C za sva četiri senzora.

Ovo povećanje otpornosti može se objasniti i pomoću formule za otpornost R_T na stvarnoj temperaturi T :

$$R_T = R_{T0} (1 + \alpha_0 \Delta T), \quad (3)$$

gde je α_0 temperaturni koeficijent, R_{T0} otpornost pri referentnoj temperaturi, $\Delta T = T - T_0$ razlika stvarne i referentne temperature. Kako je α_0 za srebro $0,0061^\circ\text{C}^{-1}$, a za ugljenik $-0,0005^\circ\text{C}^{-1}$, iz formule 3 se može videti da će se sa povećanjem temperature T , R_T povećati. Ovo povećanje otpornosti pri povećanju temperature važi i kod ostala tri FSR-a.

5. ZAKLJUČAK

U radu su ispitane četiri FSR komponente sa različitim dizajnom aktivne oblasti. Svaka od ispitanih FSR komponenti pokazuje da se merena otpornost FSR-a smanjuje sa povećanjem primenjene sile, napon raste sa povećanjem sile a otpornost raste pri rastu temperature. Izmerene vrednosti otpornosti i napona se razlikuju za svaku od četiri senzora. Na vrednosti otpornosti pored dimenzija aktivne oblasti i interdigitalnih elektroda utiče i to na koji deo aktivne oblasti se deluje silom.

Pri svakom ponovnom testiranju mereni parametri (otpornost i napon) neće biti isti jer se komponenta ne može postaviti svaki put na identičan način na uređaj za testiranje. Ta razlika može biti i do 20%.

Dobijeni rezultati su pokazali da senzor sa najvećom aktivnom oblašću ima najmanju otpornost pri primeni maksimalne sile, dok senzor sa najmanjom oblašću ima najveću otpornost pri istoj sili.

U odnosu na predhodno istraživanje gde su otpornosti bile u $M\Omega$ -ima u ovom radu je postignuto da se sa duplim slojem srebra, većim slojem ugljenika, tanjim epoksid lepkom i drugačijim dimenzijama interdigitalnih elektroda smanji otpornost na red Ω -a.

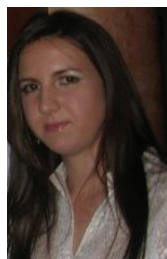
Neki od najpoznatijih komercijalnih tipova otpornih senzora sile su FSR Interlink Electronics i FlexiForce-Tekscan senzori koji imaju svoje varijacije otpora sa primenjenom silom. Oni pokazuju nižu tačnost od drugih tipova (npr merne trake), ali njihova mala debljina omogućava plasman direktno u kontaktu sa ljudima, na primer za dodirna očitavanja. Tanki folijski piezorezistivni senzori imaju zanimljive osobine, i njihova niska cena omogućava da se razmotri integracija velikog broja senzora za razne primene.

Glavne oblasti u kojima će dodirni senzori verovatno igrati ključnu ulogu su medicinske procedure, posebno hirurgija; rehabilitacija i servis robotike, muzika poljoprivreda i prerada hrane.

6. LITERATURA

- [1] W. Putnam and R. B. Knapp, "Input/Data Acquisition System Design for HumanComputer Interfacing", October 17, 1996.
- [2] Wikipedia, "Force-Sensing resistor"
- [3] A. BARNEA, C. OPRISAN, D. OLARU, "FORCE SENSITIVE RESISTORS CALIBRATION FOR USE IN GRIPPING DEVICES", Technical University "Gheorghe Asachi" of Iasi, Faculty of Mechanical Engineering, Mechanical Engineering, Mechatronics and Robotics Department, ROMANIA
- [4] Interlink Electronics, "FSR™ Force Sensing Resistors™", Integration Guide, Document part number 94-0004 Rev A, Interlink Electronics and the six dot logo are registered trademarks of Interlink Electronics, Inc.
- [5] DIMATIX Inkjet Printer, www.apostille.rs

Kratka biografija:



Danka Brajković rođena je u Kraljevu 1986. god. Diplomski-master rad je odbranila 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Projektovanje, fabrikacija i karakterizacija elektronskih komponenti i materijala.

ANALIZA TEHNIKA ZA ISTRAŽIVANJE PODATAKA DATIH U OBLIKU VREMENSKIH SERIJA**ANALYSIS OF TIME SERIES MINING TECHNIQUES**Igor Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazana analiza tehnika za istraživanje vremenskih serija. Opisana je primena Furijeovih i Wavelet transformacija na vremenske serije, kao i primena eksponencijalnog poravnanja, ARIMA modela i neuronskih mreža za predviđanje buduće vrednosti vremenske serije. Primena analiziranih tehnika demonstrirana je na skupovima podataka iz oblasti finansija pomoću alata R i RapidMiner.

Abstract – This paper presents an analysis of time series mining techniques. An application of the Fourier and Wavelet transformations is described as well as the use of exponential smoothing, ARIMA model and neural networks for time series forecasting. The application of the analysed techniques on the financial datasets was demonstrated using R and RapidMiner tools.

Ključne reči: analiza vremenskih serija, FFT, Wavelet, ARIMA, neuronske mreže, R, RapidMiner

1. UVOD

Oblast koja se bavi predviđanjem šablona u vremenskim serijama zove se analiza vremenskih serija i ona je pod oblast istraživanja i analize podataka. Prilikom procene buduće vrednosti vremenske serije koriste se odgovarajući algoritmi iz oblasti analize vremenskih serija. Da bi ti algoritmi pružili što bolje rezultate potrebno je izvršiti analizu date vremenske serije, kako bi se na osnovu te analize utvrdilo koji je algoritam najbolji za datu vremensku seriju.

Cilj ovog rada jeste prikaz i analiza tehnika za analizu vremenskih serija. Te tehnike će biti demonstrirane i evaluirane na primeru vremenske serije kretanja potrošačkih i stambenih kredita jedne banke, kursa dinara u odnosu na evro i kretanja pokazatelja likvidnosti jedne banke. Pored toga prikazane su i vrednosti koje su dobijene predviđanjem budućih vrednosti datih vremenskih serija primenom različitih metoda predviđanja.

Postoje dve klase tehnika predviđanja vremenskih serija: “data driven” metoda predviđanja; najčešći primeri su eksponencijalno poravnanje ili *Holt-Wintersov* metod. Ova metoda se obično koristi za vremenske serije koje u sebi sadrže neki sezonski uticaj i trend, i one se obično mogu najbolje opisati pomoću eksponencijalnog poravnanja. Predviđanja koja koriste ove metode su uverljivija, kada podaci koji su dati imaju vidljiv šablon u trendu i sezonskom ponašanju; “model based” metoda

predviđanja; koriste se modeli kao što su na primer linearna regresija, neuronske mreže, vektori potpornih mašina. Ti modeli se koriste u *RapidMiner-u* posle korišćenja operatora “*Windowing*”. Ova metoda se obično koristi za vremenske serije koje nemaju primetni sezonski uticaj i imaju oscilirajući trend. Ukoliko bi se na takvu seriju primenio prethodni metod, podaci koji bi bili dobijeni kao rezultat bi bili vrlo nesigurni i neistiniti. Prilikom vršenja analize i primene modela za predviđanje budućih vrednosti vremenskih serija korišćeni su softverski alati *RapidMiner* i *R*.

Rad se sastoji od šest sekcija. U prvoj sekciji se iznosi definicija vremenske serije. Nakon toga su dati postupci koji se mogu primeniti nad tim serijama radi lakšeg analiziranja. U drugoj sekciji dat je opis različitih transformacija koje se koristiti radi lakše analize vremenskih serija. U trećoj sekciji se analiziraju metode i modeli koji se koriste za predviđanje budućih vrednosti vremenskih serija. U četvrtoj sekciji su dati primeri vremenskih serija, kao i primena različitih modela nad tim serijama.

2. ISTRAŽIVANJE I ANALIZA VREMENSKIH SERIJA**2.1. Stacionarnost**

Osnovni cilj analize vremenskih serija je da se na osnovu njenih prethodnih istorijskih podataka prognoziraju buduća vrednost date vremenske serije. Vremenske serije su predstavljene kao stohastički procesi, a na osnovu njihovih osobina možemo ih podeliti na stacionarne i nestacionarne, što je vrlo bitno prilikom vršenja prognoza njihovih budućih vrednosti. Intuitivno, vremenska serija je stacionarna, ako nema promena u srednjoj vrednosti, ne postoji trend, nema velike promene u varijansi i ako je sezonski uticaj (sezonsko ponašanje vremenske serije predstavlja slično kretanje trenda date vremenske serije na nivou svake godine) u posmatranoj vremenskoj seriji uklonjena.

2.2. Trend vremenske serije

Trend vremenskih serija opisuje njihovo ponašanje u dužem vremenskom periodu, ili preciznije u čitavom vremenskom periodu za koji je vremenska serija poznata. Trend vremenske serije može da bude deterministički i stohastički. U slučaju kada je trend deterministički postoji matematička funkcija vremena kojom trend može da se opiše. U zavisnosti od izbora funkcije postoje različiti modeli trenda vremenskih serija: linearni, parabolični, eksponencijalni, ... Ukoliko je trend vremenskih serija stohastički, tada se on menja pod uticajem slučajnih faktora, odnosno ponašanje vremenske serije ne može da se predvidi i ima stohastički karakter.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Kovačević.

Vremenska serija može biti analizirana radi identifikacije određenih šablona, tj. obrazaca pomoću autokorelacione funkcije i korelograma. Ako vremenska serija sadrži trend i sezonsko ponašanje, često se te komponente identifikuju i otklanjaju pre dalje analize.

2.3. Diferenciranje

Analize vremenskih serija obično zahtevaju da se sve nestacionarne vremenske serije pre dalje analize transformišu u stacionarnu vremensku seriju, a jedan od načina da se to postigne je diferenciranje. Intuitivno diferenciranje se koristi kod onih vremenskih serija kod kojih je potrebno izvršiti uklanjajući uticaja trenda, odnosno sezonskog uticaja, ukoliko oni postoje u datoj vremenskoj seriji. Upotrebom diferenciranja prvog reda uklanja se linearni trend, upotrebom diferenciranja drugog reda uklanja se kvadratni trend itd. Formalno se diferenciranje definiše na sledeći način: Diferenciranje prvog reda vremenske serije $x_1, x_2, \dots, x_n$ je dato vremenskom serijom $y_1, y_2, \dots, y_{n-1}$, tako da važi sledeće [1]:

$$y_1 = x_2 - x_1, \dots \quad (1)$$

$$y_{n-1} = x_n - x_{n-1} \quad (2)$$

2.5. Korelaciona funkcija

Korelacioni koeficijent r_{xy} je mera veze promenljivih x i y i računa se kao količnik kovarijanse i proizvoda standardnih devijacija. Ako su podaci perfektno povezani onda će korelacioni koeficijent biti blizu 1. Ako ne postoji linearna povezanost između te dve promenljive, onda se dobija da je korelacioni koeficijent blizu 0. Ako su podaci povezani tako da je jedna promenljiva obrnuto proporcionalna sa drugom promenljivom, onda bi korelacioni koeficijent bio u blizini -1. Korelacioni koeficijent dobija pomoću sledeće formule [8]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

Korelacija između jednog dana i dana koji je udaljen od njega za k dana se računa na sledeći način:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} (x_t - \bar{x})(x_{t+k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2} \quad (4)$$

r_1 ukazuje koliko su uzastopne vrednosti u vremenskoj seriji korelirane, r_2 ukazuje koliko su vrednosti koje su udaljene jedna od druge dva perioda međusobno korelirane itd.

3. TRANSFORMACIJE

3.1. Diskretna Furijeova transformacija

Furijeova transformacija razlaže funkcije u sinusne i kosinusne komponente. Diskretna Furijeova transformacija (DFT) je diskretna verzija Furijeovih transformacija, koja transformiše signal iz vremenskog domena u frekvencioni (spektralni) domen. Nakon što se

vremenska serija prebaci iz vremenski u frekventni domen potrebno izabrati frekvence koje se najviše javljaju u frekventnom domenu. Nakon toga je potrebno izvršiti inverznu diskretnu Furijeovu transformaciju i signal vratiti u vremenski domen. Tako se od početne vremenske serije dobija nova serija od prethodne tako što se određene frekventne komponente uklone iz nje. DFT se primenjuje nad ulaznim nizom podataka $x(n)$ koji se sastoji od N elemenata, pri čemu se kao rezultat dobija niz $X(k)$, koji takođe ima N elemenata. Izlazni niz se definiše na sledeći način [2]:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-i2\pi \frac{n}{N}k}, k = 0, \dots, N-1 \quad (5)$$

3.2. Diskretna wavelet transformacija

Diskretna wavelet transformacije transformiše vremensku seriju koristeći skup funkcija koje se nazivaju wavelets. Nakon izvršenja ovih transformacija dobijaju se mali talasi u različitim vremenskim momentima. Svrha ovih transformacija je da se smanji veličina podataka i smanji šum koji postoji u podacima. Za razliku od Furijeovih transformacija gde su se koristile funkcije sinus i kosinus, za wavelets [3] se u predstavljanju drugih funkcija koriste bazne funkcije $\psi_k(t)$:

$$f(t) = \sum_k a_k \psi_k(t) \quad (6)$$

4. METODE ZA PREDIKCIJU BUDUĆIH VREDNOSTI VREMENSKIH SERIJA

3.1. Eksponencijalno poravnanje (smoothing)

Exponential smoothing [4] je tehnika koja se može primeniti na vremenske serije radi prognoziranja budućih vrednosti date vremenske serije.

Postoje sledeće vrste:

- Jednostavno eksponencijalno poravnanje: u ovoj metodi treba predvideti samo jedan parametar. Ovaj metod je pogodan za podatke za koje ne postoji predvidljivi rast ili pad vrednosti podataka koji se predviđaju.
- Holt-ov metod: u ovoj metodi treba predvideti dva parametra. Takođe, u ovoj metodi je dozvoljeno predviđanje serija sa trendom, pa se koristi trend faktor u jednačini kao način prilagođavanja postojanja trenda.
- Holt-Winter-ov metod: u ovoj metodi treba predvideti tri parametra. U odnosu na prethodnu metodu u ovoj metodi se javlja još sezonski uticaj.

4.2. ARIMA model

ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average model) metodologija [5] ne zahteva nikakav obrazac u istorijskim podacima date vremenske serije da bi se izvršilo predviđanje. Ako je izvršeno diferenciranje reda d , tada se ARMA(p, q) model proširuje na ARIMA(p, d, q) model, gde je p - red autoregresivnog dela, q - red pokretnih sredina i d - red diferenciranja. ARMA model [5] je definisan na sledeći način:

$$x_t = b_0 + \sum_{i=1}^p b_i x_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} \quad (7)$$

4.3. Neuronske mreže

Neuronska mreža je sistem sastavljen od više neurona, svaki od njih ima memoriju u kojoj pamti podatke koje obrađuje. Veštačke neuronske mreže podsećaju na ljudski mozak u dva pogleda:

1. Neuronska mreža stiče znanje kroz proces obučavanja.
2. Težine medjuneuronskih veza (jačina sinaptičkih veza) služe za memorisanje znanja.

Procedura kojom se obavlja obučavanje naziva se algoritam obučavanja [6]. Na taj način se menjaju sinaptičke težine u cilju dostizanja željenih performansi mreže.

4.4. Windowing

Windowing dozvoljava preuzimanje bilo koje vremenske serije i njeno transformisanje u "cross-sectional" format (odvaja se deo vremenske serije od koje se poslednja vrednost u nizu koristi kao ciljna promenljiva, a ostale se koriste za predviđanje te ciljne promenljive) [7].

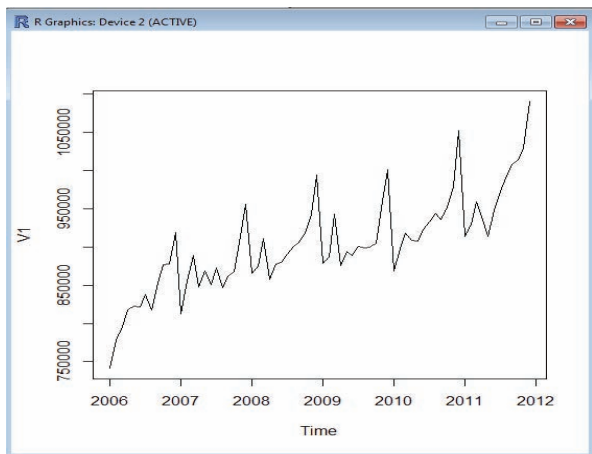
RapidMiner-ov pristup vremenskim serijama je zasnovan na dva glavna procesa transformacije podataka:

- 'Windowing' se koristi da bi se transformisala vremenska serija u generički skup podataka: poslednja kolona svakog prozora unutar vremenske serije biće konvertovana u labelu ili ciljnu promenljivu.
- Korišćenje bilo kojeg algoritma za predviđanje ciljne promenljive i samim tim predviđanje sledeće vrednosti u vremenskoj seriji.

5. PRIMERI VREMENSKIH SERIJA I REZULTATI PREDIKCIJA

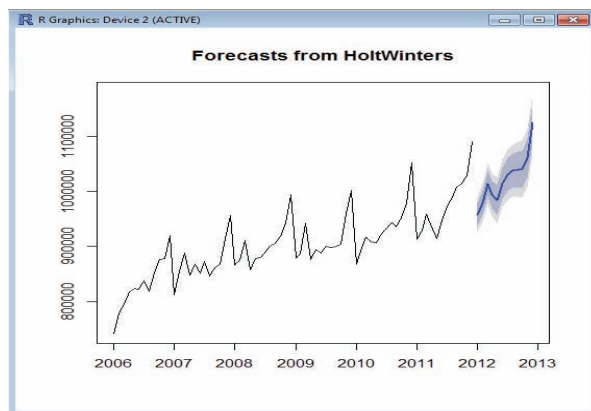
5.1. Potrošački krediti

Ovim primerom je prikazana vremenska serija kretanja potrošačkih kredita jedne banke. Potrošački krediti su kratkoročni krediti koji su omogućeni ljudima, da bi kupili određenu robu ili uslugu za lične ili porodične svrhe. U izveštajima ove banke može se primetiti da postoji porast uzimanja potrošačkih kredita krajem godine i naglog pada početkom godine. Na slici 1 prikazani su ukupni potrošački krediti koje banka potražuje, počev od 2006. godine, pa sve do kraja 2011. godine, na mesečnom nivou.



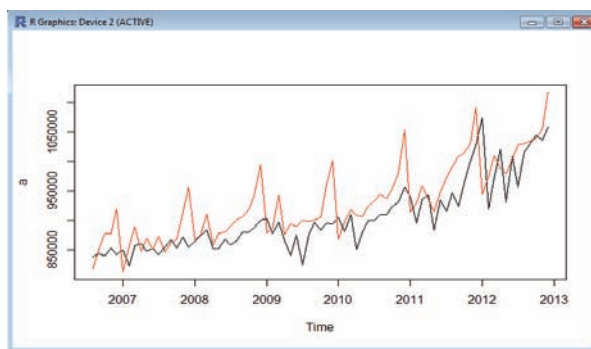
Slika 1. Grafički prikaz kretanje potrošačkih kredita jedne banke

Sa prethodne slike se može primetiti da data vremenska serija ima rastući trend i da je prisutan sezonski uticaj, tako da je najbolje koristiti Holt-Winters-ov metod. Za vršenje Holt-Winters-ovog metoda koristi se funkcija *Holt.Winters*. Na slici 2 su dati iznosi 12 budućih vrednosti predviđanja Holt-Winters-ove metode, kao i gornje i donje granice koje potrošački krediti ne bi smeli da premaše sa 80%-tnim i 95%-tnim intervalom poverenja.



Slika 2. Grafički prikaz rezultata predviđanja Holt-Winters-ove metode

Dati primer je urađen koristeći neuronske mreže u RapidMiner-u i daje najbolji rezultat za *prediction trend accuracy* (0.692) za *window size* 7. Na slici 3 je data vremenska serija kretanja potrošačkih kredita sa vrednostima dobijenim pomoću modela urađenog u RapidMiner-u.

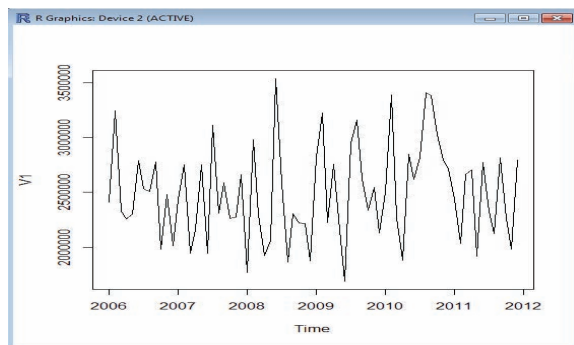


Slika 3. Grafički prikaz vremenske serije kretanja potrošačkih kredita i vrednosti dobijene u RapidMiner-u

Upoređujući rezultat prethodnog modela sa rezultatima dobijenim pomocu Holt-Winters-ove metode jasno se vidi da Holt-Winters-ov metod daje bolje rezultate.

5.2. Stambeni krediti

U narednom primeru data je vremenska serija kretanja stambenih kredita jedne banke. Stambeni kredit je namenski kredit i spada u posebnu vrstu dugoročnih kredita. Stambeni kredit se odobrava za kupovinu kuće ili stana, kao i za izgradnju i dogradnju stambenog objekta. Na slici 4. prikazani su ukupni stambeni krediti koje banka potražuje, počev od 2006. godine, pa sve do kraja 2011. godine, na mesečnom nivou.

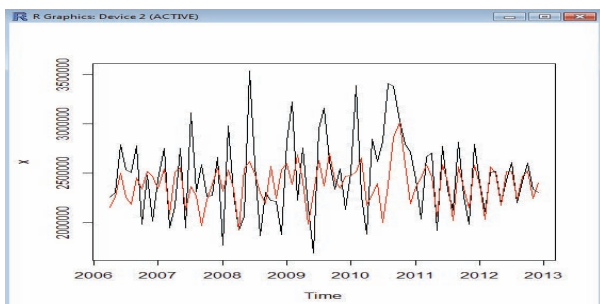


Slika 4. Grafički prikaz kretanje stambenih kredita jedne banke

Sa prethodne slike se može primetiti da data vremenska serija nema nikakav trend i ne postoji sezonski uticaj tako da je najbolje koristiti jednostavno eksponencijalno poravnanje.

Data vremenska serija je nepredvidljiva, pa su zato predviđanja, dobijena Holt-Winters-ovom metodom, ista za svaki mesec u 2012-toj godini.

Kada se data vremenska serija obradi pomoću alata *RapidMiner*, najbolji rezultati se dobiju za *window size* 3 i primenom neuronskih mreža (*trend accuracy* od 0.727). Može se zaključiti da dati model daje jako dobre pretpostavke kretanja trenda. Na slici 5. grafički su prikazani stvarni podaci sa podacima dobijenim pomoću prethodnog modela.



Slika 5. Grafički prikaz vremenske serije kretanja stambenih kredita i vrednosti dobijene u *RapidMiner*-u

Sa prethodne slike se može primetiti da model neuroska mreža pruža veoma dobre predikcije budućih vrednosti.

6. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana analiza tehnika za istraživanje podataka u obliku vremenskih serija. Definisani su pojam vremenske serije i date su teorijske osnove potrebne za analizu. Takođe su definisani postupci i transformacije koji se mogu primeniti nad vremenskim serijama radi njihovog svođenja na oblik pogodniji za dalju analizu. Nakon toga date su metode i modeli koji se koriste za predikciju budućih vrednosti serija. Tehnike za istraživanje vremenskih serija demonstrirane su na skupovima podataka iz oblasti finansija.

Na osnovu analize literature, kao i rezultata primene prethodno opisanih tehnika može se zaključiti sledeće: za predviđanje budućih vrednosti vremenske serije u kojima postoji trend se obično koristi Holt-ov metod; za predviđanje budućih vrednosti vremenske serije u kojima postoji trend i neki sezonski uticaj se obično koristi Holt-Winters-ov metod; za predviđanje budućih vrednosti vremenske serije u kojima ne postoji ni trend ni sezonski uticaj se obično koriste neuronske mreže i *Windowing*.

Postoji više pravaca u kojima se ovaj rad može unapređivati i razvijati. Prvi pravac predstavlja dalja istraživanja u smislu poboljšanja predikcija budućih vrednosti. Drugo, analiza i primena tehnika mogu biti izvršene na vremenskim serijama iz drugih domena (ekonomija, saobraćaj, medicina, poljoprivreda,...).

7. LITERATURA

- [1] Applied Business Forecasting and Planning, predavanja, The Box-Jenkins Methodology for ARIMA models, applied business forecasting and planning
- [2] Discrete Fourier Transform, <http://mplab.ucsd.edu/tutorials/dft.pdf>
- [3] Introduction to Wavelet Transform, Pao-Yen Lin, [http://disp.ee.ntu.edu.tw/~alexndy/An introduction to Wavelet Transform/An introduction to Wavelet Transform.pdf](http://disp.ee.ntu.edu.tw/~alexndy/An%20introduction%20to%20Wavelet%20Transform/An%20introduction%20to%20Wavelet%20Transform.pdf)
- [4] How to Identify Patterns in Time Series Data, <http://www.statsoft.com/textbook/time-series-analysis/>
- [5] R. S. Tsay. Analysis of Financial Time series. Wiley, New York, 2005. ISBN-13 978-0-471-69074-0
- [6] Raul Rojas. Neural Networks. Springer-Verlag, Berlin, 1996. ISBN-13: 978-3-540-60505-8
- [7] Neural Market Trends, RapidMiner 5.0 Video Tutorial 8,9,10, <http://www.neuralmarketrends.com/tutorials.html>
- [8] Autocorrelation, http://www.ltrr.arizona.edu/~dmeko/notes_3.pdf

Kratka biografija:



Igor Vidaković rođen je u Vrbasu 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke odbranio je 2013.god.

**DISTRIBUIRANO REŠENJE AUTOMATSKE KONTROLE I UPRAVLJANJA
RESURSIMA U PRIVATNOM CLOUD OKRUŽENJU****DISTRIBUTED SOLUTION FOR AUTOMATIC RESOURCE CONTROL AND
RESOURCE MANAGEMENT IN PRIVATE CLOUD ENVIROMENT**

Aleksandar Spasojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisano predloženo distribuirano rešenje automatske kontrole i upravljanja resursima u privatnom cloud okruženju. Na osnovu informacija o opterećenju resursa i ispravnosti računara koje izabrana primarna virtuelna mašina dobija od strane ostalih učesnika u sistemu vrši se odgovarajuće upravljanje. Cilj je ostvarenje visoke dostupnosti i postizanje optimalnih performansi korisničke aplikacije. Distribuiranost rešenja obezbeđuje visoku dostupnost i pouzdanost implementirane komponente koja kada se uključi u neku korisničku aplikaciju pruža usluge automatskog skaliranja, praćenja ispravnosti i performansi virtuelnih mašina i korisničkih aplikacija.

Abstract – This paper describes proposed distributed solution for automatic resource control and resource management in private cloud enviroment. Based on information about resource load and virtual machine health which selected primary virtual machine is getting from other participants in system, appropriate management is done. Goal is to achieve high availability and optimal performance of user applications. Solution distributed architecture provides high availability and reliability of implemented component which when is embedded in user applications provides automatic scaling, health monitoring and performance monitoring of virtual machines and user applications.

Ključne reči: *Hyper-V, računarstvo u oblaku, automatsko skaliranje, virtuelizacija, distribuirani sistemi*

1. UVOD

U ovom radu je opisano predloženo distribuirano rešenje automatske kontrole i upravljanja resursima u privatnom cloud okruženju. Za svaku korisničku aplikaciju koja se pokreće u okviru privatnog cloud okruženja, a za koju njen dizajner ne želi da razmišlja da li će u svakom trenutku imati predviđene performanse i brzinu ili da li će joj nestati resursa neophodnih za rad, potrebno je uključiti implementiranu komponentu koja obezbeđuje automatsku skalabilnost. Komponenta dodatno obezbeđuje praćenje stanja (eng. *health monitoring*) i performansi (eng. *performance monitoring*) računara u sistemu. Automatska skalabilnost podrazumeva niz akcija koje će da utvrde opterećenje resursa na mašini ili na više mašina koje koristi korisnička aplikacija i da na osnovu toga odredi

dalje akcije koje za cilj imaju održavanje optimalnih performansi korisničke aplikacije. Ukoliko korisnik želi automatsku skalabilnost potrebno je da u okviru svog rešenja instancira prethodno uključenu komponentu i da nad njom pozove „Start“ metodu.

Takođe, implementirana komponenta treba da obezbedi pouzdanost koja podrazumeva da korisnička aplikacija uvek bude dostupna. Korisniku se ostavlja mogućnost da odredi gornje i donje granice opterećenja, odnosno da na osnovu poznavanja arhitekture svoje aplikacije i željenih performansi definiše maksimalno i minimalno opterećenje resursa alociranih u cloud-u.

Česta je situacija da aplikacije prevazilaze mogućnosti računara na kojima su pokrenute što degradira performanse računara, a samim tim i aplikacije. U tom slučaju rešenje se može tražiti na tri različita načina: proširivanje resursa računara na kojima se izvršava korisnička aplikacija, distribuiranje aplikacije na više računara i kombinacija prethodna dva. U sva tri slučaja cilj je da se obezbede odgovarajuće performanse u radu aplikacije i pouzdanost. U ovom radu je realizovan i opisan prvi način uz mogućnost proširenja rešenja drugim i trećim. Celokupno rešenje se zasniva na *Hyper-V* [3] virtuelizacionoj tehnologiji.

Predloženo rešenje se oslanja na *System Center 2012* koji predstavlja paket komponenti koje korišćene zajedno čine jedno privatno cloud rešenje. Ovaj paket obezbeđuje *PowerShell* komande koje se koriste za automatizaciju pojedinih zadataka kao što je u ovom slučaju skaliranje. Komande se organizuju u skripte pa se putem njih pristupa *System Center Virtual Machine Manager* komponentni i vrši se kontrola virtuelnih mašina. Slično rešenje je primenjeno u *Azure* koji predstavlja *Microsoft* javni cloud, gde se između ostalog koristi sistem pravila koji je primenjen u ovom rešenju.

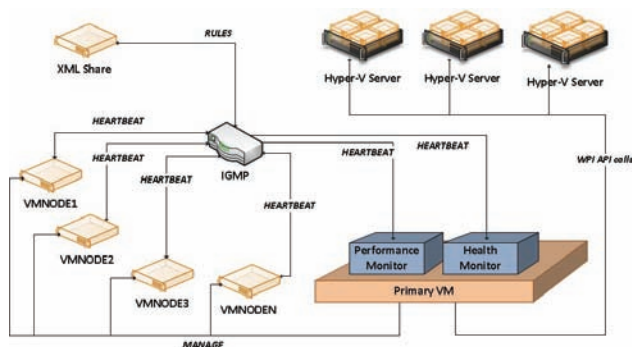
2. ARHITEKTURA SISTEMA

Na osnovu praćenja informacija o virtuelnim mašinama (u daljem tekstu VM) kao što su opterećenje procesora i memorije, kao i informacija o ispravnosti mašina utvrđuje se njihovo stanje. Različita stanja VM izazivaju različite akcije komponente za skaliranje koja za cilj ima održavanje stabilnosti i pouzdanosti celog sistema. Ukoliko neka VM promeni stanje iz zdravog u bilo koje drugo utvrđuje se uzrok promene stanja i pokreće se neka od pomenutih akcija. VM se nalaze raspoređene na serverima na kojima je instaliran *Microsoft Windows Server 2012 Datacenter* operativni sistem. Sve VM komuniciraju putem *IGMP* [5] protokola. Upravljanje mašinama zasnovano je na pravilima koja se nalaze u

NAPOMENA:

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

deljenoj XML datoteci. Datoteka se nalazi na posebnoj VM na kojoj je pokrenut servis koji na zahtev komponente za skaliranje odgovara skupom pravila koje ona zahteva. Osnovni skup pravila je predefinisani i važi za svakog korisnika. Ovaj skup podrazumeva ograničenja koja se odnose na količinu resursa koje korisnik može da ima. Korisnik sam može da definiše pravila koja određuju gornju i donju granicu opterećenja resursa. Pristup pravilima ima samo ona mašina na kojoj je komponenta za skaliranje trenutno aktivna. Ova mašina se bira iz skupa mašina koje se trenutno nalaze u sistemu. Algoritam za biranje poredi zadnji oktet iz IP adresa mašina tražeći onaj koji je minimalan. Mašina sa najmanjim oktetom se promovise u primarnu. Komunikacija primarne VM sa serverima se vrši putem *WMI API* [4] poziva (Slika 1). Sami serveri predstavljaju resurse koji se koriste dok je logika upravljanja sadržana u VM. VM u svakom trenutku treba da znaju količinu raspoloživih resursa i stanja ostalih VM koje se trenutno nalaze u sistemu (eng. *heartbeat*). Ovo je neophodno jer logika upravljanja podrazumeva postojanje primarne VM dok ista može da bude bilo koja od trenutnih u sistemu. Sve mašine moraju biti sposobne da u svakom trenutku preuzmu ulogu primarne.



Slika 1. Arhitektura rešenja

Na osnovu pomenutih pravila svaka instanca korisničke aplikacije koja u svojoj implementaciji uključi automatsko upravljanje i kontrolu resursa imaće uvek na raspolaganju onu količinu resursa koja je definisana u pravilima. Korisnik će moći da definiše svoja pravila za kontrolu performansi.

2.1 Heartbeat

Ove informacije su neophodne kako bi sistem u svakom trenutku bio ažuran. Periodično svaka VM koja je aktivna i ispravna šalje *heartbeat* svim ostalim VM tako da svi uvek znaju koliko je aktivnih instanci. Ukoliko ova informacija kasni određeni period primarna VM pokušava da sazna uzrok i sprovodi određene akcije. Takođe, ukoliko se primarna VM ne javlja neka od ostalih VM u sistemu će to da zaključi i pokreneće se određene akcije. *Heartbeat* poruke se razmenjuju periodično i korisnik može da definiše koji je taj period. Akcije se međutim sprovode tek kada su izostale četiri poruke. To je parametar koji korisnik može da promeni. Ako je došlo do situacije da su izostale četiri poruke šalju se paketi podataka ka VM koja se ne javlja (eng. *ping*) i čeka se odgovor. Ako se VM javi onda je korisnička aplikacija neispravna, ili je deo koji vrši nadzor iz nekog razloga

prestao da funkcioniše. Ako se pak VM ne javi onda se ona iz nekog razloga ugasila ili restartovala. Ukoliko nema povratne informacije određeno vreme VM koja vrši upravljanje će zaključiti da računar ne može da se oporavi. Ovaj period čekanja je bitan jer svaki put kada se proširuju resursi neke VM ona se restartuje pa u jednom periodu neće moći da se javlja.

2.2 Pravila

Pravila su definisana u XML datoteci čija organizacija je prikazana na slici (Slika 2). Ovoj datoteci u svakom trenutku putem *IGMP* protokola može da pristupi samo primarna VM. U pravilima su definisana dva tipa pravila:

- *Constraint Rules* definišu koje su minimalne i maksimalne granice u resursima za svaku instancu. Ukoliko ne postoji definisano pravilo, za svaku instancu se koristi podrazumevano pravilo koje je uvek definisano.
- *Reactive Rules* – Ukoliko je cilj da se menja količina resursa u skladu sa određenim dešavanjima u sistemu koristimo ovaj tip pravila: Reaktivna pravila dinamički menjaju resurse.

Ograničavajuća pravila uvek postoje. Ona govore sistemu koja je gornja ili donja granica resursa koji mogu da se dodele određenom korisniku. Ovaj tip pravila je pogodan za implementaciju mehanizma naplate kada se ista modifikuju tek kada korisnik plati za više resursa. Reaktivna pravila se koriste da bi se rasteretio računar koji je preopterećen. Opet, ukoliko ograničavajuće pravilo ne dozvoljava proširivanje resursa za nekog korisnika, njegova aplikacija će imati loše performanse. Korisnik koji ima dovoljno resursa ne mora da brine o performansama već će to komponenta za skaliranje da radi za njega.

Constraint Rule uvek ima prioritet u odnosu na *Reactive Rule*.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<processConfiguration>
  <rules enabled="true">
    <constraintRules>
      ...
    </constraintRules>

    <reactiveRules>
      ...
    </reactiveRules>
  </rules>
</processConfiguration>
```

Slika 2. Organizacija pravila

Dva reaktivna pravila (ili više njih) mogu da uđu u konflikt kada predlože menjanje količine resursa za različite vrednosti. U tom slučaju koristi se sledeća logika da se konflikt reši:

- na snazi ostaje pravilo koje ima najviši prioritet;
- ako dva ili više pravila dele isti prioritet i ukoliko predlažu različite vrednosti povećanja resursa, povećanje će se izvršiti za najveći broj koji predlaže određeno pravilo;
- ako dva ili više pravila dele isti prioritet i ukoliko predlažu različite vrednosti smanjenja resursa, smanjenje će se izvršiti za najmanji broj koji predlaže određeno pravilo.

Dva ili više ograničavajućih pravila može da uđe u konflikt kada predlože različite minimalne i maksimalne vrednosti resursa za istu instancu. U tom slučaju koristi se sledeća logika da se konflikt reši:

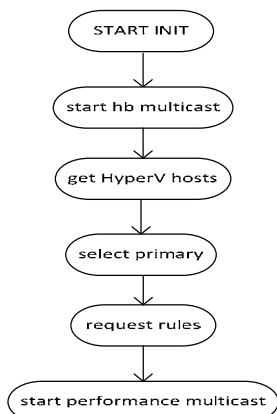
- na snazi ostaje pravilo koje ima najviši prioritet;
- ako dva ili više pravila dele isti prioritet na snazi ostaje pravilo koje se prvo nalazi u listi pravila.

3. OPIS REŠENJA

Ukoliko korisnik koji želi da koristi resurse *cloud*-a, a ne želi samostalno da vodi računa da li njegova aplikacija ima loše performanse zbog preopterećenosti VM ili da li će mu nestati resursa u toku rada aplikacije, pri kreiranju svog rešenja potrebno je da u njega uključi komponentu koja vrši automatsko skaliranje. Zatim, kada se instanca aplikacije pokrene na nekom od nodova, prvo je potrebno da se izvrši inicijalizacija. Inicijalizacija se obavlja automatski po pokretanju korisničke aplikacije.

3.1 Inicijalizacija

U početku će sve VM putem *multicast*-a [5] da pošalju informacije o svom stanju do drugih VM što je prikazano na slici (Slika 3). Razmena informacija o stanju sistema i broju VM koji su trenutno aktivne će samo pri inicijalizaciji da traje određeni vremenski period koji korisnik može da definiše. Za to vreme pokreću se sve aktivnosti koje su nezavisne i koje mogu da se rade lokalno na svakoj mašini, kao što je proračunavanje opterećenja.



Slika 3. Dijagram aktivnosti inicijalizacije sistema

Nakon isteka tog perioda otpočinje se biranje primarne VM. Stanje sistema, pored VM koje čine sistem, predstavljaju i resursi kojima raspolažu mašine na kojima su virtuelne raspoređene i pokrenute (serveri). Nakon što se izabere primarna VM ona će poslati zahtev za informacije o serverima. U periodu koji je neophodan da se dobave informacije o serverima sistem će nesmetano da obavlja sve operacije koje ne zavise od stanja servera. Nakon dobijanja informacija o serverima one se čuvaju na primarnoj mašini, a zatim distribuiraju svim ostalim. Informacije o serverima se periodično osvežavaju tako da će se ostalim VM u sistemu samo slati promene. Informacije se čuvaju na svakoj VM posebno sa ciljem da svaka VM u svakom trenutku može da preuzme ulogu primarne. Informacije o serverima su neophodne pri skaliranju, npr. kada je jedan od računara preopterećen pa je neophodno proširiti njegove resurse. Paralelno sa informacijama o hostovima dobavljaju se i informacije o

pravilima. Tim informacijama pristupa samo primarna mašina jer ona upravlja ostalim VM.

Kada stignu informacije o pravilima primarna VM može ukoliko je potrebno da pokrene neku od akcija kao što je proširivanje memorije ili povećavanje broja procesora, ili obe operacije odjednom. Svaka nova instanca koja se pokrene na nekom od nodova prolazi kroz isti proces, ali preskaču se koraci koji su karakteristični samo za inicijalizaciju sistema, kao što su biranje primarne VM, dobavljanje pravila i dobavljanje informacija o hostovima. Ono što će se desiti pre nego što se krene sa biranjem primarne VM a u toku razmene *heartbeat* poruka je da će sve mašine da pošalju zahtev domenu gde će iz *ActiveDirectory*-ja da pakupe informacije o serverima na kojima su instalirane *Hyper-V* uloge, odnosno koji su osposobljeni za virtuelizaciju. Pre svega primarna VM, a zatim i sve ostale koje su potencijalne primarne moraju da imaju informacije o broju servera, gde primarna VM treba da ima i informacije o resursima na serverima.

3.2 Zadatak primarne virtualne mašine

Praćenje stanja mašina počinje tek kada se izabere primarna VM. Ona ima dve uloge:

- Praćenje intervala *heartbeat* poruka radi utvrđivanja da li je određena instanca ispravna ili ne.
- Obavljanje korektivnih aktivnosti kao što su kreiranje nove VM, proširivanje resursa, brisanje postojeće neispravne VM, ali i dobavljanje i osvežavanje liste pravila.

U sistemu uvek može da postoji samo jedna primarna VM. U situacijama kada dođe do kvara ili greške na primarnoj, druga treba da se izabere u najkraćem mogućem roku. Samo primarna VM može da razreši kritične situacije i rastereti sistem ukoliko je to potrebno. Sva dešavanja na primarnoj i akcije koje ona sprovodi se zapisuju u fajl gde se kasnije može pogledati šta se sve dešavalo ili, ukoliko neka operacija nije uspeła, zašto je do toga došlo. Kada je primarna preopterećena ona sama inicira proširenje svojih resursa i u trenutku kada je neophodan restart ona prestaje da bude primarna i bira se nova. Razlog je to što proširivanje resursa i restart traje određeni period, a u tom periodu mora da postoji primarna mašina.

Kada se izabere primarna mašina ona o tome obaveštava sve ostale u sistemu. Ta obaveštenja se u daljem radu šalju periodično. Jedan od bitnijih poslova primarne VM je da dobavi informacije o hostovima. Da bi se sproveda bilo kakva akcija korekcije na VM, neophodno je da primarna zna sa koliko resursa raspolaže. Upiti za resurse se takođe šalje periodično. U početku na zahtev primarne ona dobija sve raspoložive resurse dok u nastavku se te informacije samo periodično osvežavaju i šalju svim ostalim VM u sistemu. Kada dobije sve informacije primarna može nesmetano da nastavi sa radom.

3.3 Posao ostalih virtuelnih mašina u sistemu

Kada pošalje *heartbeat* poruku VM postaje deo sistema. Njene dalje uloge su:

- Da periodično prikupi informacije o svojoj opterećenosti i da ih prosleđuje primarnoj VM.

- Da proverava intervale *heartbeat* poruka koje stižu od primarne i ukoliko iste izostanu određeni broj puta da pokrene biranje nove primarne.
- Da periodično šalje svoje *heartbeat* poruke kako bi ostatak sistema znao da su instanca korisničke aplikacije, a i sama VM, ispravni.

Od navedenih, kritična uloga svih VM u sistemu, sem primarne, jeste da što brže detektuje pad primarne mašine i da se u što kraćem periodu izabere nova primarna VM.

4. TESTIRANJE

U cilju testiranja realizovana je testna aplikacija čiji je zadatak da optereći računar do određenih granica. Testna aplikacija ujedno simulira korisničku aplikaciju.

Testiranje je vršeno kroz četiri scenarija:

- Opterećenje radne memorije do 90%,
- Opeterećenje procesora do 90%,
- Opterećenje radne memorije i procesora do 90%,
- Aplikacija nektivna (ne šalje *heartbeat* poruke).

Pre početka testiranja se za aplikaciju definišu pravila prema kojima se vrše akcije skaliranja. U pravilima se definiše da se alociraju dodatni resursi ukoliko opterećenje računara na kojima je pokrenuta aplikacija pređe 80%. Koliko se resursa dodato alocira je takođe definisano u pravilima. Tip resursa koji se alocira zavisi od tipa opterećenja.

U prvom slučaju komponenta za skaliranje na osnovu praćenja informacija o performansama računara detektuje opterećenje koje nije dozvoljeno pravilima. Nakon toga se pokreću akcije koje alociraju dodatnu radnu memoriju. Praćenje performansi se dalje nastavlja, pa ako se ponovo detektuje preopterećenje, akcije korekcije se ponavljaju sve dok se računar ne rastereti, server ne ostane bez radne memorije ili se ne dostigne maksimalna količina radne memorije za korisničku aplikaciju koja je definisana pravilima.

U drugom slučaju komponenta za skaliranje na isti način dolazi do informacija da je procesor preopterećen. Pokreću se akcije koje će da rezultuju alociranjem dodatnih jezgara sve dok se računar ne rastereti, server ne ostane bez slobodnih jezgara ili se ne dostigne maksimalan broj jezgara za korisničku aplikaciju koji je definisan pravilima.

Treći slučaj predstavlja kombinaciju prethodna dva gde se alociraju dodatna radna memorija i procesori.

Četvrti slučaj predstavlja situaciju u kojoj se aplikacija ne javlja primarnoj mašini. To znači da je aplikacija prestala da funkcioniše ili da je računar na kome se nalazi aplikacija prešao u nestabilno stanje ili se ugasio. Problem se rešava slanjem kratkih poruka (eng. *ping*) računaru koji se ne javlja, pa ukoliko se vrati odgovor zaključak je da je aplikacija neispravna, a ukoliko se ne vrati, računar je neispravan ili ugašen. U prvom slučaju problem se rešava restartovanjem virtuelne mašine, a u drugom brisanjem iste i dizanjem nove sa istim karakteristikama.

Ukoliko se pre proširivanja resursa virtuelne mašine utvrdi da server na kojem se ona nalazi nema dovoljno resursa bira se drugi server koji je u tom trenutku najpovoljniji. Od procesa proširenja resursa se odustaje samo ukoliko ni jedan od postojećih servera nema dovoljno resursa. Poseban slučaj je kada na serveru ostane premalo resursa da bi se kreirala nova VM. Tada se onaj

VM koja se trenutno proširuje pored zahtevanih resursa daju i preostali koji bi kasnije bili neupotrebljivi. Oba slučaja su testirana uzrokovanjem opisanih problema i njihovim rešavanjem na opisan način.

5. ZAKLJUČAK

Koristeći implementiranu komponentu u okviru bilo koje aplikacije koja se izvršava u privatnom *cloud* okruženju postiže se pouzdanost u radu korisničke aplikacije, automatsko skaliranje resursa koje aplikacija koristi, kao i odgovarajuće performanse aplikacije. Komponenta koja obezbeđuje skalabilnost ne utiče na rad korisničke aplikacije niti opterećuje sistem, a sama po sebi je pouzdana.

Komponenta je testirana u kontrolisanom okruženju gde je na pet servera raspoređeno deset VM na kojima su bile pokrenute tri različite aplikacije koje uključuju automatsko skaliranje.

Da bi se rešenje moglo koristiti u realnim uslovima pre svega je neopohodno napraviti podršku koja bi obezbeđivala prijavu korisnika na privatni *cloud* sistem. Zatim, radi povećanja pouzdanosti i dostupnosti korisničkih aplikacija potrebno je obezbediti distribuciju istih na bar dve VM gde bi od njih uvek jedna instanca morala da bude dostupna.

Implementirana pravila mogu da se prošire sa vremenskom komponentom, pa se onda mogu definisati intervali u kojima će se primenjivati određeno pravilo. Na taj način korisnik može da uštedi primenjujući pravila koja alociraju manje resursa u periodima kada nisu potrebne visoke performanse.

6. LITERATURA

- [1] Tanenbaum, A.S. van Steen, *Distributed Systems: Principles and Paradigms (Second Edition)*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, USA; 2006.
- [2] Toby Velte, Anthony Velte, Robert Elsenpeter, *Cloud Computing, A Practical Approach*, McGraw-Hill, Inc. New York, USA, 2010.
- [3] Toby Velte, Anthony Velte, *Microsoft Virtualization with Hyper-V*, McGraw-Hill, Inc. New York, USA, 2010.
- [4] Craig Tunstall, Gwyn Cole, *Developing Wmi Solutions*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA, 2002.
- [5] Guy Davies, *Designing and Developing Scalable IP Networks*, New York, 2005.

Kratka biografija:



Aleksandar Spasojević rođen je 08.03. 1989. godine u Tuzli. Elektrotehničku školu završio je u Loznici 2008. godine. Iste godine je upisao Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i automatika. Diplomski rad na temu „Proširenje SIP VoIP klijenta sa dodatnom obradom zvuka“ odbranio je 2012. godine na usmerenju Računarska tehnika i računarske komunikacije i stekao zvanje diplomiranog inženjera. Iste godine upisuje master akademske studije na usmerenju Primenjene računarske nauke i informatika.

POREĐENJE KAPACITETA BEŽIČNIH I OPTIČKIH MREŽA WIRELESS AND OPTICAL NETWORK CAPACITY COMPARISON

Milana Jakšić, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je dat pregled najprimenjenijih širokopojasnih tehnologija i njihovih performansi. Detaljnije su opisane bežična tehnologija WiMAX i optičke mreže. Definisani su kapaciteti i domet pomenutih tehnologija ključni za ostvarenje zahteva multimedijalnih servisa koje diktiraju korisnici. Kroz pregled nekoliko propagacionih modela približno je prikazano rešenje problema bežične mreže WiMAX u urbanim i ruralnim područjima. Na drugoj strani, opisane su mogućnosti PON optičkih mreža i ostvarivih brzina prenosa koje garantuju korisnicima.

Abstract – This paper contains an overview of commonly applied wideband technologies and their performances. Wireless technology WiMax and optic networks are described in more detail. Capacities and range of above mentioned technologies which are essential for fulfilling demands of multimedia services are described. Through an overview of several propagation models, solution to the problem of WiMax networks in urban and rural areas is shown. On the other hand, the possibilities of PON optic networks and achievable bit rates that are guaranteed to the user are also described.

Ključne reči: Širokopojasne mreže, servisi, kapacitet, domet, propagacija talasa, bitske brzine.

1. UVOD

Korisnici širokopojasnih usluga širom sveta iz dana u dan povećavaju zahteve kada su u pitanju bitske brzine pristupa internetu.

Ovakvi zahtevi su plod sve veće prisutnosti i dostupnosti interneta odnosno novih servisa, a pre svega IPTV-a i interaktivnih video usluga.

Dominantni telekom operatori sve više ulažu u nove tehnologije u pristupnom delu mreže, kako bi korisnicima obezbedili kvalitetan širokopojasni pristup sa velikim bitskim brzinama. Kako bi se operatori izborili sa sve većom konkurencijom, nameće se potreba zamene postojećih xDSL tehnologija, baziranih na bakarnoj pristupnoj mreži novim FTTx tehnologijama ili nekom od bežičnih tehnologija.

Multimedija kao simbioza govornih, audio i video aplikacija, uključujući i podatke, predstavlja vrlo zahtevnu oblast sa stanovišta tehnika prenosa.

Trenutno kod nas, najprimenjenije jesu DSL tehnologije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Željens Trpovski.

Pristupne tehnologije koje operateri planiraju da koriste u narednim godinama svakako su optički sistemi u FTTH realizaciji mreže, ali i bežične tehnologije poput WiMAX.

2. ŠIROKOPOJASNE TEHNOLOGIJE

Pod pojmom širokopojasnog pristupa prvenstveno podrazumevamo stalni pristup resursima telekomunikacione mreže. Razvojem tehnologija povećana je širina raspoloživog frekvencijskog opsega. Sa aspekta tehnologije pristupa Tabela 1, postoje dve vrste mreža:

- ✓ mreže sa provodnicima;
- ✓ bežični sistemi.

Tabela 1: Pregled tehnologija širokopojasnog pristupa

Širokopojasni pristupi	Mreže sa bakarnim paricama	xDSL
	Hibridne mreže	HFC
	Optičke mreže	FTTx
	Fiksne bežične mreže	WLAN, WiMAX
	Mobilne bežične mreže	EDGE, UMTS
	Satelitske mreže	V-SAT

2.1 DSL tehnologije

Digitalna pretplatnička linija DSL (*Digital Subscriber Line*) predstavlja tehnologiju prenosa podataka preko telefonskih bakarnih parica u okviru javne telefonske mreže. Pojam xDSL označava familiju standarda koji omogućavaju brze prenose podataka u dolaznom i odlaznom saobraćaju zavisno od primenjene asimetrične ili simetrične konfiguracije.

Najdominantnija tehnologija jeste asimetrični ADSL. ITU-T je donela niz standarda kao nadgradnje ADSL-a tj. ADSL2 i ADSL2+ koji imaju znatno bolje performanse od ADSL-a. DSL vrlo velike prenosne brzine VDSL (*Very high data rate DSL*) kao i simetrični VDSL2 i dalje nude najveće protoke.

Brzine prenosa koje mogu da se ostvare primenom DSL tehnologije, kao i oznake odgovarajućih standarda, date su u Tabeli 2.

Tabela 2: DSL brzine prenosa

	Prema korisniku	Prema mreži	ITU-T standard
ADSL	do 6 Mbit/s	640 kbit/s	G.992.1
ADSL2	8 Mbit/s	800 kbit/s	G.992.3
ADSL2plus	16 Mbit/s	800 kbit/s	G.992.5
Very-high speed DSL (VDSL)	52 Mbit/s	52 Mbit/s	G.993.1
VDSL2	100 Mbit/s	100 Mbit/s	G.993.2

2.2. Hibridne optičko-koaksijalne mreže

Širokopojasna pristupna mreža preko koaksijalnih kablova realizovana je pomoću kablovskog modema koji

povezuje korisnički računar sa CATV operaterom kablovske mreže.

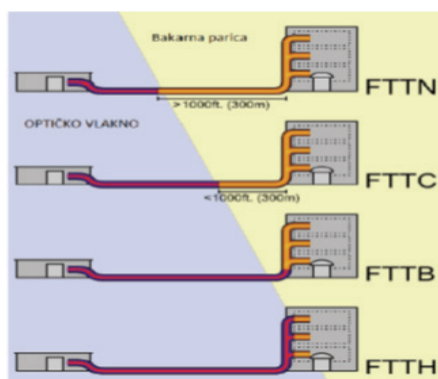
Mreža koja povezuje koncentrador kablovskog operatora s kablovskim modemima izvedena je kao hibridna optičko-koaksijalna mreža, HFC (*Hybrid Fiber/Coax*) što je najčešće u praksi.

U HFC mreži signali se iz centrale optičkim vlaknima prenose do optičkih čvorova gde se koaksijalnim kablovima distribuiraju krajnjim korisnicima. Glavna mana kablovske mreže jeste deljeni pristup, te brzina po korisniku znatno opada. Teoretske prenosne brzine su 55,2 Mbit/s u dolaznom smeru i 3 Mbit/s u odlaznom smeru. Međutim zbog deljenog pristupa na veći broj korisnika te brzine su znatno manje u praksi.

2.3. Optičke mreže

Optičke mreže kao provodnik koriste optička vlakna i sa aspekta brzine prenosa, pružaju znatno veće mogućnosti od svih ostalih vrsta pristupa. Prednost optičkih mreža jeste simetričnost u prenosu podataka odnosno veliki protoci i u dolaznom i odlaznom saobraćaju.

Dovođenje optike do korisnika FTTH (*Fiber To The Home*) predstavlja najbolje rešenje i konačni cilj u razvoju mreže širokopojsnih telekomunikacija. Optičke mreže mogu se podeliti prema udaljenosti optičke mrežne jedinice i korisnika (*Slika 1.*)



Slika 1: FTTH arhitekture

2.4. Širokopojsne bežične mreže

Mobilna telefonija i širokopojsne bežične komunikacije svrstavaju se u red tehnologija koje su duboko prodrle u svakodnevni život, (*Slika 2*). Neke od njih su:

-GSM/GPRS/EDGE – mobilni sistemi druge generacije 2G, kao najstarije tehnologije imaju sve manju primenu u prenosu podataka, sa brzinama u opsegu od 15 kbit/s do 400 kbit/s;

-UMTS/HSDPA/HSPA – mobilni sistemi treće generacije 3G, su novije mobilne tehnologije sa brzinama u rasponu od 14,4 Mbit/s do 42 Mbit/s;

-LTE – mobilni sistem četvrte generacije 4G, sistem budućnosti, sa planiranim brzinama od 100 Mbit/s;

-Wi-Fi – bežične lokalne mreže sa brzinama u rasponu od 11 Mbit/s do 450 Mbit/s po standardu 802.11n;

-WiMAX –fiksni/mobilni bežični širokopojsni pristup protoka do 46 Mbit/s koji predstavlja budućnost.

2.4. Satelitski širokopojsni pristup

U realizaciji širokopojsnog satelitskog pristupa koriste se pored DVB-a i VSAT sistemi (*Very Small Aperture Terminal*). VSAT čine tri komponente: VSAT stanica

krajnjeg korisnika, glavna zemaljska VSAT stanica i geostacionarni (GEO) satelit.

Većina satelitskih sistema krajnjim korisnicima nudi brzine u rasponu od 64 kbit/s do 2 Mbit/s. Satelitski prenos se smatra dobrim rešenjem u ruralnim područjima, međutim mana je visoka cena satelitske opreme.

3. POTREBE BUDUĆIH SERVISA

U odnosu na potrebe pojedinca (rezidencijalni korisnici), malih i srednjih preduzeća (biznis korisnici), definišu se tri klase širokopojsnog pristupa:

- I klasa podrazumeva protoke od 4 do 20 Mb/s koji odgovaraju potrebama pojedinaca i malih preduzeća;
- II klasa podrazumeva protoke od 100 Mb/s do 1 Gb/s, za potrebe prenosa većeg broja televizijskih programa i pojedinih složenih video aplikacija;
- III klasa podrazumeva protoke preko 1Gb/s za udaljene servise, telemedicinu, naučna istraživanja i sl.

3.1. Triple-play servisi

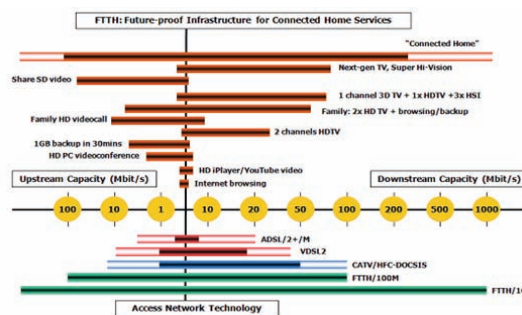
Savremene širokopojsne mreže baziraju se na *Triple-play* pristupu koji obuhvata usluge IP telefonije, brz pristup internetu (HSi) i IP televiziju (IPTV). Dominantni servisi u jedne *triple play* mreži su:

- osnovni paket TV programa (IPTV),
- *pay-per-view*, kanali koji se plaćaju samo tokom gledanja,
- VoD (*video-on-demand*), video na zahtev,
- Brz Internet pristup (HSi),
- IP telefonija (VoIP),
- prenos podataka preko formiranja VPN-ova,
- video nadzor.

3.2. Budući video servisi i cloudbase servisi

Razvojem internet aplikacija koje se oslanjaju na video sadržaj, kao što su DVD rental, HD videocalling, Telepresence i sl. porasli su zahtevi za kapacitetima.

U bliskoj budućnosti, zbog aplikacija sa dvosmernom komunikacijom kao što su servis *two-way video sharing* i *cloudbased* servisi zahtevi za većim brzinama će se odnositi i na odlazni smer (*upstream*) zbog velike količine podataka koji korisnici šalju u mrežu, *Slika 2*.



Slika 2: Potrebni protoci u dolaznom/odlaznom smeru

4. WiMAX BEŽIČNA MREŽA

Standard IEEE 802.16 predstavlja širokopojsnu bežičnu mrežu koja daje niz prednosti kao što su veliki protoci, bolja fleksibilnost i skalabilnost kao i niži troškovi izgradnje mreže. Pregled WiMAX standarda dat je u *Tabeli 3*.

Tabela 3: Pregled karakteristika pojedinih standarda

	802.16	802.16a	802.16d	802.16e
Opseg frekvencija	10 – 66 GHz	< 11 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
Način rada	LOS	NLOS	NLOS	NLOS/Mobilnost
Brzina prenosa	32-134 Mbit/s	Preko 75 Mbit/s	Preko 75 Mbit/s	Preko 15 Mbit/s
Radius ćelije	1,5-5 km	5-8 km	5-8 km	1,5-5 km

4.1. Arhitektura Wi Max mreže

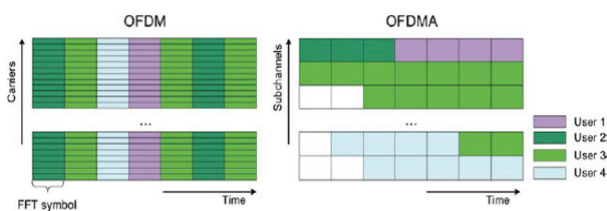
Fiksna širokopojasna bežična mreža je suštinski sektorizovana mreža, koju čine predajnik i prijemnik tj. bazna stanica (BS) i više pretplatničkih stanica (SS). 802.16 mreža nalikuje ćelijskoj mobilnoj mreži.

Svaka BS povezana je na mrežnu okosnicu (*backbone*) i koristi antenu za slanje i primanje veoma brzih podataka, govora i video podataka do CPE opreme odnosno korisničke stanice (SS), čime eliminiše potrebu za obimnom i skupom žičanom infrastrukturom. Omogućava veoma fleksibilna i jeftina rešenja na nivou „poslednje milje” do korisnika.

4.2. Fizički sloj i sloj kontrole pristupa medijumu

Na fizičkom nivou, 802.16 standard kao fiksni WiMax koristi OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), kao modulacionu šemu sa višestrukim nosiocima. OFDM radi na dva načina: kao OFDM i kao OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access*). Obe tehnike omogućavaju korisnicima adaptivnu modulaciju (QPSK, 16-QAM, i 64-QAM) u zavisnosti od udaljenosti korisnika i šuma.

OFDM tehnika koristi podelu frekvencijskog opsega od interesa na mnogo nosioca. Ulazni tok podataka N , velike brzine podjeljen je na nekoliko manjih paralelnih tokova $1/N$ čiji je protok redukovani i svaki od njih se posebno moduliše i emituje po posebnom ortogonalnom nosiocu. OFDMA je tehnika multipleksiranja koja obezbeđuje operaciju slaganja više tokova podataka za više korisnika u istom trenutku i u *downlink* i *uplink*. Multipleksiranje se vrši dodelom različitih OFDM podnosilaca različitim korisnicima. Proces se naziva podkanalizacija. Dakle korisni podnosioci se dele u nekoliko grupa podkanala, Slika 3.



Slika 3: OFDM i OFDMA kanali u uplinku

Ključnu ulogu u WiMAX tehnologiji ima drugi mrežni sloj odnosno sloj za kontrolu pristupa medijumu MAC (*Medium Access Control*). Ovaj sloj vrši operacije pakizacije, fragmentacije, dodele kanala, planiranje (*scheduling*), QoS, bezbednosne funkcije i upravljanje mobilnošću.

4.3. Propusna moć i pokrivenost WiMAX sistema

Propagaciono slabljenje (*Pathloss*) uključuje različite gubitke na trasi između predajnika i prijemnika, uključujući uticaj fedinga i gubitke koji ne potiču od

rastojanja. U slobodnom prostoru, prepreke između predajnika i prijemnika se zanemaruju.

$$PL(d) = 32.44 + 20\log_{10}(f) + 20\log_{10}(d)$$

Propagaciono slabljenje u slobodnom prostoru predstavlja zavisnu funkciju od d (domet ili poluprečnik ćelije). Maksimalni domet ćelije d se može itračunati na osnovu gornjeg izraza, gde je f učestanost nosioca. Međutim to je približan domet Wi MAX ćelije u slobodnom prostoru, koji u slučaju LoS može biti od 30-50 Km. U slučaju urbanih i manje urbanih okruženja se usled NLoS dodaju još i različita slabljena usled propagacije, fedinga, senčenja i sl. To sve bitno utiče na domet ćelije koji se u gradovima kreće između 1-5 Km. Međutim, detaljnije podatke o dometu ćelija i proračunu propagacionih slabljenja na trasi daju različiti propagacioni modeli. Modeli uzimaju u obzir specifične karakteristike okruženja i dele se na empirijske i fizičke. Pored podele na urbana, manje urbana i ruralna područja uzimaju se u obzir i gustina naseljenosti, razuđenost terena, brdovitost terena, prisutnot prepreka urbanim okruženjima. Empirijski modeli koriste parametre kao što su visina bazne stanice h_t , visina mobilne stanice h_r , rastojanje stanica d , radnu f sistema, talasnu dužina dok fizički model pored navedenih, uzimaju u obzir i visinu i obim prepreka, rastojanje stanice od prepreke, i sl.

Neki od empirijskih modela su Okomura-Hata model, Ibrahim-Parsons model, SUI model dok Ikegami, Cost231/Walfisch-Ikegami, Valfish-Bertoni model predstavljaju fizičke modele.

COST 231/Walfish-Ikegami model predstavlja najpogodniji model za polu urbana i urbana područja sa uniformnom visinom zgrada. Model daje znatno precizniju procenu PL.

$$PL_{NLOS} = \{L_{FSL} + L_{rts} + L_{msd}\}_{L_{FS}}$$

L_{fsl} predstavlja slabljenje u slobodnom prostoru

L_{msd} je slabljenje usled višestruke difrakcije na putu od predajnika do poslednje zgrade;

L_{rts} je slabljenje uled difrakcije na poslednjoj zgradi.

Opseg (domen) važenja modela $4\text{ m} \leq h_b \leq 50\text{ m}$, $1\text{ m} \leq h_m \leq 3\text{ m}$, $20\text{ m} \leq R \leq 5\text{ Km}$.

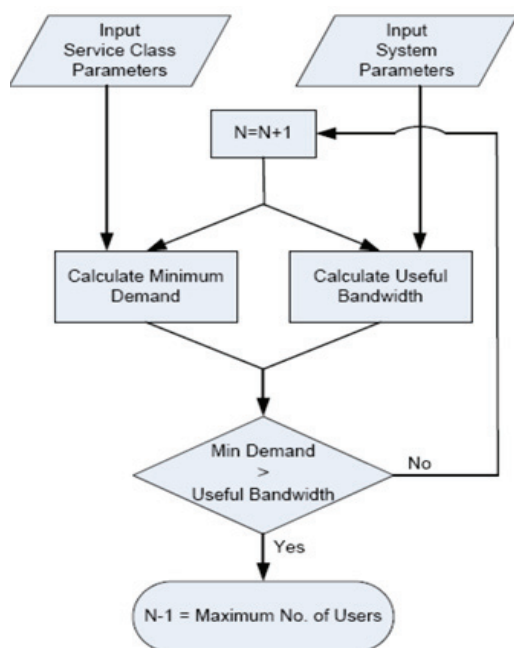
4.4. Kapacitet Wi MAX sistema

Proračun maksimalnog broja korisnika koji mogu istovremeno biti opsluženi unutar jednog sektora bazne stanice dat je algoritmom koji možemo primeniti u oba smera, i za dolazni i odlazni saobraćaj. Na Slici 4 se vidi da imamo dva tipa ulaza, minimalnu zahtevanu brzinu prenosa i dostupan propusni opseg. Ako imamo dovoljno propusnog opsega, broj potencijalnih korisnika raste za jedan. Kada minimalni zahtevi za protokom premaše dostupni propusni opseg u oba smera algoritam određuje maksimalan broj korisnika.

5. OPTIČKE MREŽE

Optičke mreže se mogu podeliti prema udaljenosti optičke mrežne jedinice i korisnika, Slika 1. Druga podela optičkih pristupnih mreža je izvršena na osnovu udela optičkih elemenata. Pasivne optičke mreže, PON (*Passive*

Optical Networks) ne sadrže aktivne odnosno električne komponente već se signal prenosi optički čitavim putem.



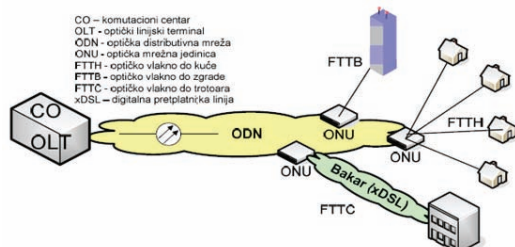
Slika 4: Proračun maksimalnog broja korisnika po sektoru

Mogu biti implementirane kao A/BPON (ATM/ Broad-band PON), EPON (Ethernet PON) ili GPON (Gigabit PON) što se vidi u Tabeli 4.

Tabela 4: Karakteristike PON tehnologija

	BPON	GPON	EPON
Standard/godina	ITU-T G.983.x / od 1998	ITU-T G.984.x / 2003	IEEE 802.3ah/ 2004
Binarni protok [Mb/s]			
downstream	155, 622 ili 1244	1244 ili 2488	1000
upstream	155 ili 622	155, 622, 1244, 2488	1000
Korisnika/PON	32	64	16
Binarni protok po korisniku [Mb/s]	20	40	60
Maksimalan domet [km]	20	20	20
Jedinica za prenos podataka	ATM ćelija	GEM ram	Ethernet ram
Servisi	Multiservis (Ethernet, TDM, POTS)	Multiservis (Ethernet, TDM, POTS)	Ethernet servisi
Procenjeni troškovi	Mali	Srednji	najmanji

PON mreža se sastoji od optičkih linijskih terminala (OLT, *Optical Line Terminal*) smeštenih u centrali (CO) i skupa optičkih mrežnih jedinica (ONU, *Optical Network Unit*), smeštenih na lokaciji korisnika ili njegovoj neposrednoj blizini Slika 5.



Slika 5: Arhitektura PON mreže

Dve najrasprostranjenije tehnologije koje predstavljaju tehničko rešenje za FTTH i FTTB su Point to Multipoint i Point to Point. Prva koristi tehnologije GPON i optički signal se deli na veći broj korisnika, a druga koristi tehnologiju EPON gde se za svakog korisnika povlači zasebno optičko vlakno do kuće.

6. ZAKLJUČAK

Konvergencija multimedijalnih servisa i njihovih zahteva uticala je na ubrzan razvoj širokopojasnih tehnika prenosa, kako žičanih tako i bežičnih. Današnje širokopojasne tehnologije omogućavaju krajnjim korisnicima velike protoke i pouzdan prenos podataka što su zahtevi Triple play servisa.

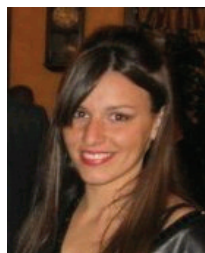
Novi servisi, pored velikih brzina prenosa dolaznog saobraćaja sve više zahtevaju i velike brzine odlaznog saobraćaja od korisnika ka mreži. Te zahteve svakako ispunjavaju optički sistemi (FTTH) uz protoke 20-40 Mbit/s simetrično.

WiMAX kao bežični sistem pruža brzine prenosa 70 Mbit/s i promenljivim dometom do najviše 50 km, što zavisi od LoS ili NLoS tipa okruženja.

7. LITERATURA

- [1] A. Bažant, "Širokopojasni pristup" <http://www.fer.unizg.hr/download/repository/Sirokopojasni-pristup.pdf>
- [2] Mobile WiMAX Part1 Overview and Performance, WiMAX Forum, 2006. http://www.wimaxforum.org/news/downloads/Mobile_WiMAX_Part1_Overview_and_Performance.pdf
- [3] WiMAX: Appropriate Technology to Provide Last Mile Access to ICTs Infrastructure and Services in Rural Areas <http://www.intechopen.com/books/wimax-new-developments/wimax-appropriate-technology-to-provide-last-mile-access-to-icts-infrastructure-and-services-in-rural>
- [4] A. Ahmadzadeh, "Capacity and Cell-RangeRange Estimation for Multitrafic Users in Mobile WiMAX" <http://bada.hb.se/bitstream/2320/4094/1/AmirAHMADZADE.pdf>
- [5] V. Ćimović-Raspopović, G. Marković, V. Radonjić "Pasivne optičke mreže za prtiput" <http://postel.sf.bg.ac.rs/downloads/simpozijumi/POSTEL2007/RADOVI%20PDF/%285%29%20-%20TKSMS/09-Acimovic-Raspopovic%20Markovic%20Radonjic.pdf>

Kratka Biografija:



Milana Jakšić rođena je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-bachelor rad na temu „ADSL pristup internetu“ odbranila je 2009. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Decembra 2010. odbranila je diplomski master rad na temu „Internet protokol televizija“ sa ocenom 10, kao student saobraćajnog odseka. Od 2012. god. student je master studija na Katedri za telekomunikacije i obradu signala.



Željena Trpovski rođen je u Rijeci (Hrvatska) 1957 god. 1991. je magistrirao, 1998. doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

IDEJNO – INŽENJERSKO REŠENJE REKONSTRUKCIJE POVRŠINSKE RASKRSNICE U VRBASU SA FORMIRANJEM KRUŽNOG TOKA

PRELIMINARY ENGINEERING SOLUTION OF INTERSECTION RECONSTRUCTION IN VRBAS WITH FORMING AN ROUNDABOUT

Tamara Koš, Nebojša Radović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad obuhvata prikaz osnova projektovanja i planiranja površinskih raskrsnica sa posebnim osvrtom na kružne raskrsnice. Urađen je uporedni prikaz dve različite koncepcije površinskih raskrsnica i proračun kapaciteta i nivoa usluge istih. U drugom delu rada je grafičkim priložima prikazana rekonstrukcija postojeće nesignalisane raskrsnice u Vrbasu sa formiranjem kružnog toka kretanja.

Abstract – This paper contains the representation of designing and planning of intersections. A comparative overview of two different concepts of intersections has been represented with the analysis of capacity and level of service. The second part of the paper consists of graphics representation of intersection reconstruction in Vrbas.

Ključne reči: Kružne raskrsnice, kriterijumi za izbor, kapacitet, nivo usluge

1. UVOD

Raskrsnice predstavljaju vezne tačke u uličnoj i putnoj mreži urbane sredine. Povezuju delova putne mreže u jednu celinu i time omogućavaju funkcionisanje ukupnog saobraćajnog sistema. Zadatak raskrsnice je da na brz i bezbedan način izvrše raspodelu korisnika na željene smerove kretanja.

Raskrsnice se mogu podeliti na:

- Raskrsnice u nivou ili površinske raskrsnice i
- Raskrsnice u više nivoa ili denivelisane raskrsnice

2. KRITERIJUMI PRILIKOM IZBORA RAZLIČITIH KONCEPCIJA POVRŠINSKIH RASKRSNICA

Osnovni kriterijum koji se uzima u obzir prilikom izbora tipa raskrsnice jesu:

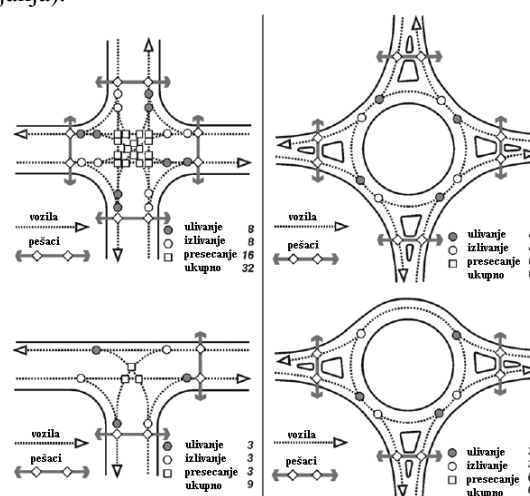
2.1. Kriterijum bezbednosti saobraćaja.

Iz ugla bezbednosti saobraćaja, glavna prednost jedno-trračnih kružnih raskrsnica (u odnosu na klasične trokrake ili četverokrake raskrsnice) jeste eliminacija konfliktnih deonica i tačaka prvog (ukrštanje), drugog (prestrojavanje) i trećeg (uključivanje, razdvajanje) (slika 1).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Nebojša Radović.

Teoretski, klasična četverokraka raskrsnica ima 32 konfliktna tačke (16 ukrštanja, 8 razdvajanja i 8 spajanja), dok jedno-trračna četverokraka kružna raskrsnica ima samo 8 konfliktnih tačaka nižeg stepena (4 razdvajanja i 4 spajanja).



Slika 1. Kolizione tačke

2.2. Kriterijum propusne moći

Propusna moć raskrsnice zavisi od tipa raskrsnice, tj. broja ulivnih traka, odnosa opterećenja glavni/sporedni pravac, distribucije saobraćajnih pravaca.

2.3. Kriterijum vremenskih gubitaka

Vremenski gubici u zoni površinske raskrsnice obuhvataju vreme vožnje (stajanja) u koloni i vreme provedeno na liniji zaustavljanja, kao posledica sačekivanja odgovarajućih vremenskih praznina u konfliktnom kružnom toku.

Kod kružnih raskrsnica vreme čekanja na ulazak u kružni prsten zavisi od priliva saobraćaja po krakovima i vremenskih praznina u protoku unutar prstena, ispred datog ulaza.

U slučaju signalisanih raskrsnica, sva vozila imaju obavezu zaustavljanja pred crvenim svetlosnim signalom, bez obzira na trenutnu opterećenost raskrsnice, tj. na trenutno stanje u raskrsnici.

2.4. Kriterijum prostornog uklapanja

Površina raskrsnice, pored ostalih kriterijuma, predstavlja bitan faktor prilikom izbora tipa raskrsnice. S obzirom da kružna raskrsnica zauzima više površine od klasične četverokrake raskrsnice, javlja se problem kada za izgradnju iste nema dovoljno prostora.

2.5. Kriterijum zaštite životne sredine

Sa stanovišta zaštite živote sredine, svako kočenje i zaustavljanje motornih vozila, čekanje ispred crvenog svetlosnog signala, kretanje iz stanja mirovanja, a zatim ubrzavanje dovodi do povećanja buke i emisije štetnih izduvnih gasova.

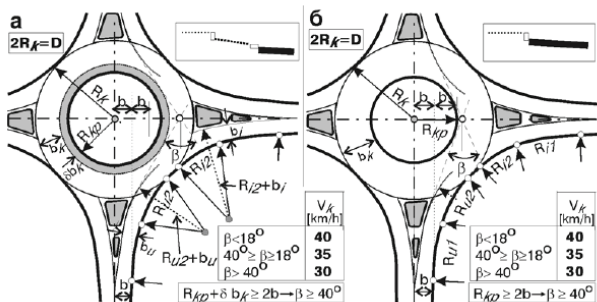
3. ODREĐIVANJE PROJEKTNO-TEHNIČKIH ELEMENATA KRUŽNE RASKRSNICE

3.1. Geometrijsko oblikovanje kružne raskrsnice

Prilikom projektovanja površinskih raskrsnica kao polazni faktor jeste merodavna brzina V_{psr} (srednja projektna brzina), $V_{ras.kruga} \approx 0.5 (0.4) V_{psr}$. Razlika brzine uliv/izliv u odnosu na brzinu u krugu ne treba da je veća od 10 km/h, tj. 15 km/h (max razlika 20 km/h).

Svi elementi površinske raskrsnice se dimenzionišu prema V_{ras} .

Polazni elementi za geometrijsko oblikovanje kružne raskrsnice su središnjeg kružnog podeonika D , širina kružnog kolovoza b_k , ugao β , dati na sledećoj slici.



Slika 2. Geometrija i elementi kružne raskrsnice

3.2. Vođenje priključnih pravaca

Pravac, kao element duže deonice pre kružne raskrsnice nije zabranjen, ali nije preporučljiv, i u osnovi treba da se koristi samo kod rekonstrukcija postojećih klasičnih raskrsnica ili u urbanim sredinama, gde je prethodno već određen pravac ose puta zbog postojanja okolnih zgrada. Preporučljivo je da su poslednji i prvi element, direktno pre i posle kružne raskrsnice, ravni, premda to nije neophodno.

Pravac osigurava priključenje kraka kružnoj saobraćajnici pod pravim uglom, što je prikladno sa aspekta bezbednosti saobraćaja.

3.3. Podužno vođenje puta

Trase saobraćajnica koje prilaze kružnoj raskrsnici ne smeju prolaziti kroz kružnu raskrsnicu stvarajući uzvišenja koja smanjuju preglednu udaljenost na ulazu u kružnu raskrsnicu. Priključni nagibi treba da se uspinju/padaju na $\leq 4\%$, inače krivine treba da se izvedu sa najmanje $R=500m$.

Radijus vertikalne krivine ne može da se proteže na kružnu traku.

Celokupna površina ograničena spoljašnjim radijusom kružne raskrsnice (ili spoljašnjom ivicom pešačke staze, u

slučaju da je kružna raskrsnica predviđena za bicikliste i pešake) mora da bude u jednoj ravni. Nedopustivo je da se ova ravan prelama preko središnjeg saobraćajnog ostrva.

Maksimalan nagib gore pomenute ravni može u izuzetnim slučajevima biti 2.5%, uz

posvećivanje posebne pažnje drenaži (minimalan nagib trase puta u tom slučaju jednak je 0.5%).

3.4. Poprečni nagibi

Namena poprečnog pada kružne raskrsnice mora biti uglavnom sledeća:

- Adekvatno odvodnjavanje, i
- Omogućavanje izmena u sastavnim nagibima u prelazu između priključnih saobraćajnih traka i kružne trake.

Razlikujemo dve vrste poprečnog pada kružne raskrsnice:

- spoljašnji poprečni pad (negativni) i
- unutrašnji poprečni pad (pozitivni).

3.5. Prohodnost merodavnog vozila

Na najvećem broju kružnih raskrsnica primarne gradske putne mreže kao merodavno vozilo za projektovanje se koristi teško teretno vozilo ili autobus, a na slabije opterećenim raskrsnicama srednje teško teretno vozilo. Za vozila koja zahtevaju veće elemente od merodavnih, a njihova pojava je retka, vrši se dodatno proširenje kružnog kolovoza na račun kružnog podeonika. Na takav način se omogućava takvim vozilima prohodnost, a kolovoz se izvodi pod većim nagibom, od drugačije vrste kolovoza.

4. ANALIZA KAPACITETA I NIVOA USLUGE

4.1. Nivo usluge

Nivo usluge na raskrsnicama se određuje na osnovu vremenskih zastoja. Kriterijum za ocenu nivoa usluge je prosečno vremensko zadržavanje vozila na raskrsnici.

Nivo usluge A opisuje operacije sa malo zastoja, manje od 10 sekundi po vozilu. To se događa kod odličnih progresija. Većina vozila prolazi raskrsnicom bez zaustavljanja.

Nivo usluge B opisuje operacije sa zastojem od 10 - 15 sekundi po vozilu. Dešava se kod dobre progresije i sa kratkom dužinom ciklusa.

Nivo usluge C opisuje operacije sa zastojem od 15 - 25 sekundi po vozilu. Veći zastoji su rezultat lošije progresije i veće dužine ciklusa. Kod ovog nivoa se može pojaviti problem zastoja kod pojedinih ciklusa, međutim, mnoga vozila još prolaze kroz raskrsnicu bez zastoja.

Nivo usluge D opisuje operacije sa zastojem između 25 - 35 sekundi. Duži zastoji rezultat su kombinovanog delovanja neprikladne progresije, većih dužih ciklusa i visokog odnosa tok/kapacitet.

Nivo usluge E opisuje operacije sa zastojem od 35 - 50 sekundi po vozilu, što se smatra granicom prihvatljivih zastoja. Takva saobraćajna situacija rezultat je loše progresije, velike dužine ciklusa i visokog odnosa

tok/kapacitet. Zastoji po pojedinim ciklusima su vrlo česti.

Nivo usluge F opisuje operacije sa zastojem preko 50 sekundi po vozilu. To se smatra neprihvatljivim za većinu vozača.

Nivo usluge raskrsnice je vezan za prosečan zastoj po vozilu. Kada se za svaku grupu traka ocene zastoji i saberu, dobijaju se prosečni zastoji po vozilu za svaki prilaz.

Sabiranjem prosečnih zastoja za svaki prilaz dobijaju se prosečni zastoji po vozilu za celu raskrsnicu. Na osnovu prosečnih zastoja po vozilu i vrednosti zastoja datih u tabeli, određuje se nivo usluge.

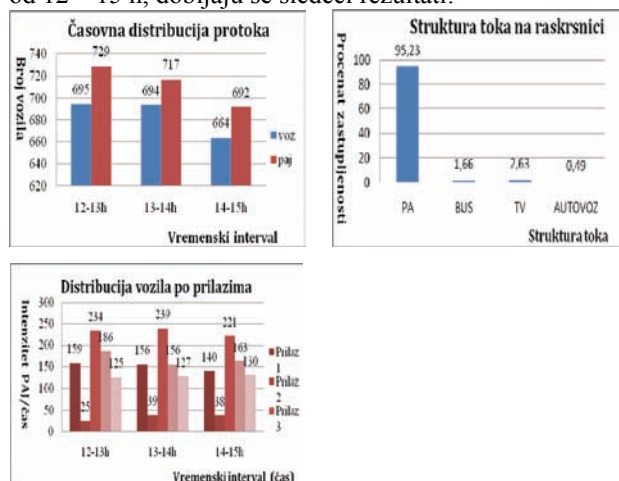
3.6. Kapacitet kružne raskrsnice

Kapacitet kružne raskrsnice predstavlja broj vozila koja prođu kroz kružnu raskrsnicu u datoj jedinici vremena.

Kapacitet i nivo usluge uliva, s obzirom da vozila u kružnom toku imaju prednost, zavisi od opterećenja kružnog toka.

3.7. Analiza kapaciteta po HCM 2010 metodologiji

Brojanjem saobraćaja na raskrsnici u Vrbasu, u periodu od 12 – 15 h, dobijaju se sledeći rezultati:



Slika 3. Rezultati brojanja saobraćaja

Proračunom kapacitet postojeće nesignalisane raskrsnice i novoprojektovane raskrsnice dolazi se do sledećih zaključaka: novoprojektovana kružna raskrsnica omogućava veći kapacitet i nivo usluge od postojeće raskrsnice.

Na novoprojektovanoj raskrsnici bi nivo usluge postao maksimalan, tj. nivo usluge A, dok je na postojećoj raskrsnici nešto manji nivo usluge, a u pitanju su nivoi usluge A za manevre levog skretanja sa glavnom pravca, dok su za manevre pravo, levo, desno na sporednim pravcima nivoi usluge bili B i C.

Dosadašnji nivo usluge postojeće raskrsnice je bio takođe zadovoljavajući, međutim, iz pogleda sigurnosti i bezbednosti, zatim, zbog ekonomskih faktora, faktora zagađenja životne sredine, na ovom mestu je urađena rekonstrukcija postojeće raskrsnice sa izborom izgradnje raskrsnice sa kružnim tokom kretanja.

5. PRAKTIČNI DEO

5.1. Predmetni zadatak

Predmet projekta je rekonstrukcija raskrsnice na ukrštanju ulica Maršala Tita, Pete proleterske brigade, Narodnog fronta i Vinogradske, formiranjem raskrsnice sa kružnim tokom saobraćaja. Na ovaj način će ova izuzetno složena raskrsnica biti saobraćajno bezbednija i prostija, sa jasno kanalisanim saobraćajnim tokovima, kako za motorna vozila, tako i za pešački i biciklistički saobraćaj. Projektom su obuhvaćeni i delovi saobraćajnice koje se uključuju u raskrsnicu sa kružnim tokom saobraćaja, u dužini od 70 do 100 m, kako bi se izvršilo uklapanje u postojeće saobraćajnice, a ujedno i obezbedio prostor za izgradnju autobuskih stajališta i priključaka do sadržaja koji se nalaze uz ove saobraćajnice.

5.2. Situacioni plan

Situacionim planom je definisana geometrija ivičnih linija kolovoza, pešačkih i biciklističkih staza. Raskrsnica sa kružnim tokom saobraćaja je spoljnog prečnika 40.0 m, sa centralnim ostrvom prečnika 21.0 m, i prelaznim kolovozom uz centralno ostrvo širine 1.5 m. Kolovoz kružne raskrsnice je širine 8.0 m, čime je omogućena prohodnost teških teretnih vozila sa prikolicom ili poluprikolicom. Širine ulaznih traka u kružnu raskrsnicu, odnosno izlaznih traka iz kružne raskrsnice, kao i oblikovanje njihovih ivičnih linija rezultat su potrebe da se obezbedi prohodnost merodavnih vozila kroz ovu raskrsnicu. Predviđa se izgradnja tri autobuska stajališta u ulici Maršala Tita, od čega su dva potpuno nova, dok treće predstavlja rekonstrukciju postojećeg stajališta. Širina novoprojektovanih autobuskih stajališta je 3.0 m, a dužina perona je 12.0 m. Biciklističke staze su jednosmerne, širine 1.25 m, dok su pešačke staze širine 2.0 m, odnosno 2.5 m da delovima kad se nalaze neposredno uz ivicu kolovoza.

5.3. Poprečni profil

Poprečni pad kolovoza je promenljiv, i menja se od poprečnog nagiba na uklapanju u postojeću saobraćajnicu do poprečnog nagiba na uklapanju u kolovoz kružne raskrsnice, s tim da maksimalna vrednost poprečnog nagiba iznosi 2.5%, obzirom da se radi o zoni raskrsnice, sa malim brzinama kretanja vozila. Iz istog razloga su u pojedinim krivinama na uklapanju u kružnu raskrsnicu primenjeni kontra nagibi, kako bi se što lakše izvršilo uklapanje u okolni teren i poprečne nagibe na uklapanjima. Kolovoz je oivičen ivičnjacima 18/24, u izdignutom položaju, sa visinom iznad kolovoza od +12.0 cm, osim na mestima pešačkih prelaza, gde je predviđeno parterno uređenje u skladu sa potrebama invalida i hendikepiranih lica. Spoljna ivica kruga kolovoza kružne raskrsnice je u horizontali, dok poprečni nagib kolovoza ide radijalno od centra ka spoljnoj ivici kruga, i iznosi 1.5%.

Razdelno ostrvo, kao i centralno ostrvo u kružnoj raskrsnici, su takođe oivičeni ivičnjacima 18/24 u izdignutom položaju, sa visinom iznad kolovoza od +12.0 cm.

Spoj između kolovoza kružne raskrsnice i prelaznog kolovoza oivičen je ivičnjakom 18/24 u oborenem položaju, sa visinom iznad kolovoza kružne raskrsnice od +6.0 cm.

Poprečni nagib pešačkih i biciklističkih staza je 1.0%, osim na mestima uklapanja u postojeće trotoare i na mestima pešačkih i biciklističkih prelaza. Trotoari su oivičeni ivičnjacima 12/18, u oborenom položaju i u ravni trotoara. Na mestima gde biciklističke staze ide uz ivicu trotoara, kolovoz biciklističke staze je niži za 2.0 cm u odnosu na pešačku stazu. Spoj između biciklističke staze i terena je oivičen ivičnjakom 10/20, i u ravni je biciklističke staze.

5.4. Podužni profil

Niveleta za svih pet osovina je, sa jedne strane uklopljena u postojeće saobraćajnice, a sa druge strane u ivicu kolovoza kružne raskrsnice. U samoj zoni uklapanja nivelete u kolovoz kružne raskrsnice izvršeno je spuštanje nivelete u odnosu na postojeći kolovoz, kako bi se omogućilo oticanje vode sa trotoara i biciklističkih staza do kolovoza i slivnika postavljenih uz ivicu kolovoza.

5.5. Dimenzionisanje kolovozne konstrukcije

Ulica Maršala Tita je izgrađena sa završnim slojem od asfalt-betona debljine 3cm preko sloja bitušljunka debljine 6cm. Vizuelno, kolovoz je u veoma dobrom stanju što je posledica novoizvedenog sloja asfalt-betona. Noseći sloj je male debljine (21cm mešavine šljunka i tucanika).

Ulica V proleterske brigade je takođe presvućena novim slojem BNS-a debljine 5cm zbog čega ona deluje da je u dobrom stanju. Ispod ovog sloja asfalta se nalazi kolovoz debljine 16cm od čega noseći sloj čini 11cm tucanika.

Ulica Narodnog fronta je takođe skoro prevučena novim slojem BNS-a debljine 6cm i takođe je vizuelno u dobrom stanju. Ispod njega se nalazi sloj starog BNS-a debljine 6cm a noseći sloj od šljunka i tucanika je debljine 28cm.

Krak koji vodi prema mostu nije presvućen novim asfaltnim slojem. Kolovoz je ovde male debljine (ukupno 17cm) i u lošem stanju (mrežaste i poprečne pukotine, udarne rupe, denivelisan kolovoz).

Krak levo od mosta je presvućen novim slojem BNS-a debljine 6cm. Ispod njega je konstrukcija debljine 31cm od čega je 6cm bitušljunak a ostalih 25cm mešavina šljunka i tucanika. Vizuelno, ovaj kolovoz je u dobrom stanju.

5.5.1. Saobraćajno opterećenje

Za osovine 1, 2 i 3 (Ulica Maršala Tita i ulica Narodnog fronta):

$$Tu = 3.0 \times 10^6 - 82 \text{ kN/osovina}$$

Za osovine 4 i 5 (Ulica Vinogradska i ulica V proleterske brigade):

$$Tu = 7.0 \times 10^5 - 82 \text{ kN/osovina}$$

5.5.2. Projektno rešenje konstrukcije kolovoza

Ulica Maršala Tita i ulica Narodnog fronta

Zbog velike debljine postojećih asfaltnih slojeva i male debljine noseće konstrukcije, kao i zbog nemogućnosti nivelacijskog uklapanja, postojeće konstrukcije se ruše i rade se nove.

Osnovni elementi:

Saobraćajno opterećenje $Tu_{20} = 3,0 \times 10^6 - 82 \text{ kN/osovina}$

Nosivost posteljice CBR= 3,5

Osnovni oblik kolovozne konstrukcije:

Asfalt beton A11s – 4.0 cm

BNS 22sA/B – 6.0 cm

Drobljeni kameni agregat 0/31.5 – 10 cm

Drobljeni kameni agregat 0/63 – 30 cm

Ukupno D = 56.0 cm + 30 cm peska

Ulica Vinogradska i ulica V proleterske brigade

Zbog male debljine postojećih konstrukcija postojeće konstrukcije se ruše i rade se nove.

Osnovni elementi:

Saobraćajno opterećenje $Tu_{20} = 7,0 \times 10^5 - 82 \text{ kN/osovina}$

Nosivost posteljice CBR= 3,5

Osnovni oblik kolovozne konstrukcije:

AB 11s – 4.0 cm

BNS 22sA/B – 6.0 cm

Drobljeni kameni agregat 0/31.5 – 10 cm

Drobljeni kameni agregat 0/63 – 30 cm

Ukupno D = 50.0 cm + 25 cm peska

6. ZAKLJUČAK

Petokraka nesignalisana raskrsnica u Vrbasu se rekonstrukcijom pretvara u kružni tok. Analizom kapaciteta i nivoa usluge u ovom radu, utvrđeno je da postojeća raskrsnica ostvaruje zadovoljavajući nivo usluge. Međutim, kako je već objašnjeno u ovom radu, postoji pet kriterijuma koji opravdavaju i daju prednost izgradnji kružnog toka.

Faktori koji su bili odlučujući u izboru tipa raskrsnice jesu bezbednost saobraćaja, kako samih vozila, tako i pešaka i biciklista, zatim zagađenje životne sredine, vremenski gubici itd. Tokom razrade master rada, iznetim činjenicama, se potkrepljuje izbor tipa raskrsnice.

7. LITERATURA

[1] Mihajlo Maletin, "Planiranje i projektovanje saobraćajnica u gradovima", 2009.

[2] HCM 2010

[3] Tomaž Tollazzi, „Kružna raskrižja“, 2007.

Kratka biografija:



Tamara Koš rođena je u Somboru 18.05.1986. Diplomski master rad na Fakultetu Tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Građevinarstva, odbranila je 2013. godine.



Nebojša Radović rođen je u Beogradu, 1962. god. Doktorirao je na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu 2006. godine, a od 2010. god. je docent na istom fakultetu u Novom Sadu. Oblast interesovanja su putevi i saobraćajnice.

TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA IZGRADNJE OSNOVNE MUZIČKE ŠKOLE U LOZNICI SA PRAĆENJEM REALIZACIJE PROJEKTA.**TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF BUILDING THE ELEMENTARY SCHOOL OF MUSIC IN LOZNICA WITH MONITORING OF PROJECT IMPLEMENTATION.**

Mladen Milinković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu detaljno je opisana tehnologija i organizacija izgradnje Osnovne muzičke škole u Loznici sa posebnim osvrtom na analizu tehnologije izođenja i analize troškova svih radova u projektu.

Abstract – Works includes detailed described technology and organization of building the elementary school of music in Loznica with especially analysis of technology implementation and analysis of cost of all project works.

Ključne reči: tehnologija i organizacija izgradnje, realizacija projekta, troškovi.

1. UVOD

U ovom radu je analiziran projekat izgradnje Osnovne muzičke škole "Vuk Karadžić" u Loznici sa praćenjem realizacije projekta.

U projektu je urađena, pored opisa konstrukcije sa svim potrebnim karakteristikama objekta i lokacije na kojoj se objekat nalazi, i organizacija gradilišta sa osvrtom na drugu fazu građenja objekta, kao i dinamički planovi izgradnje objekta mrežnim planom i gantogramom.

Pre nego što je počela izgradnja objekta prvo je izvršeno detaljno planiranje i analiza svih mogućih radova na izgradnji objekta, kao i planirano vreme trajanja i cena planiranih aktivnosti.

Posebna pažnja u toku realizacije ovog projekta je posvećena analizi finansijske realizacije koja meri ključne parametre izvršavanja projekta i poredi ih sa parametrima prvobitnog, teorijskog plana.

2. OPŠTI PODACI O OBJEKTU

U ovom radu je detaljno opisan objekat - Osnovna muzička škola spratnosti P+2 sa tehničkim uslovima građenja, lokacijom objekta, karakteristikama zemljišta, klime, seizmike kao i uslovi snabdevanja materijalom i energijom kao i prilazi i snabdevanje gradilišta radnom snagom.

Bruto površina objekta iznosi:

- Prizemlje ukupno 229,31m²
- Prvi sprat ukupno 206,25m²
- Drugi sprat ukupno 204,00m²

Ukupna površina 639,59m².

NAPOMENA:

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

Objekat je projektovan kao muzička škola. Objekat ne zauzima celu parcelu, jer se htelo ostaviti prostora i za malo školsko dvorište. Objekat je izgrađen na 3 etaže: prizemlje, prvi sprat i drugi sprat, dimenzija 14 x 18m. Teren je bez nagiba na ±121.0m nadmorske visine.

2.1. Konstrukcija objekta

Objekat je u konstruktivnom smislu samostalan. Prema arhitektonskom projektu i zahtevima investitora usvojen je konstruktivni sklop u skladu sa funkcijom objekta.

Za konstruktivne elemente korišćene su marke betona MB30, MB40 i vodonepropusni beton gde je to funkcija zahtevala.

2.2. Fundiranje

Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnom roštilju. Zemljište je ilovača do dubine -2.70 m na kojoj je i fundiran objekat.

3. OPIS TEHNOLOGIJE GRAĐENJA**3.1. Zemljani radovi**

Obuhvataju raščišćavanje terena od rastinja, skidanje površinskog sloja zemljišta (humus) debljine 20cm. Izvršeno je geodetsko obeležavanje objekta - određivanje položaja objekta visinskih kota, oblik i dimenzije objekta. Mašinski iskop je urađen u širokom otkopu za temelje do kote fundiranja.

Nakon iskopa, izvršeno je nasipanje, razastiranje i nabijanje tapon sloja šljunka, u debljini od 20cm.

3.2. Betonski radovi

Betonski radovi su izvođeni prema važećim propisima za beton i armirani beton, po standardima, nacrtima, detaljima i statičkom proračunu, sa kvalitetnom radnom snagom, i pod stručnim nadzorom. Betonski elementi su izrađeni na licu mesta, a beton je dovežen na gradilište iz fabrike betona automikserom. Betoniranje tampon sloja betona ispod temeljne ploče je urađen betonom MB15, a ostali betonski elementi betonom MB30 i MB40.

3.3. Armirački radovi

Izrada i ugradnja armature je izvršena prema statičkom proračunu i prema pravilniku za beton i armirani beton. Armatura je na gradilište dopremana isečena i savijena prema detaljima i dimenzijama iz statičkog proračuna, pa na gradilištu nije postavljen armirački plac, već samo deponija armature.

3.4. Tesarski radovi

Oplata armiranih i nearmiranih elemenata je urađena tačno po merama označenim na crtežima za pojedine delove koji će se betonirati i to sa svim potrebnim podupiračima. Koristio se sistem oplata „DOKA“. Oplata se skladištila na gradilištu na mestu predviđenom za

skladištenje oplata. Delovi oplata su se dopremali na gradilište kamionima i deponovali na predviđenom platou. Za obradu oplata korišćen je circular na platou.

3.5. Zidarski radovi

Zidanje zidova se vršilo giter blokovima dimenzija 25/19/19 cm, kao i opekom, u produžnom malteru razmere 1:2:6. Debljina zidova su d=25, 20, 12 cm i to u pravilnim i horizontalnim redovima i u pravilnoj vezi, bez parčadi manjih od 1/4 opeke, sa spojnicama potpuno ispunjenim malterom debljine 1cm..

Sve omalterisane površine su malterisane produžno cementnim malterom 1:3:9, u 2 sloja sa perdašenjem. Plafon prizemlja se malteriše u 2 sloja, prvo grubim pa finim slojem, uz prethodno prskanje cementnim mlekom.

3.6. Izolaterski radovi

Za termo i zvučnu izolaciju fasadnih zidova su korišćene tvrde ploče kamene vune koje se lepe sa spoljne strane zida, a za termo i zvučnu izolaciju podova stiropor d=5cm. Hidroizolacija je postavljena u pod prizemlja, ispod zidova prizemlja, kao i na krovnu konstrukciju. Hidroizolacija je tipa Voltex.

3.7. Limarski radovi

Urađeni su opšivi nazidaka i prozorskih banaka. Opšiv je od aluminijumsog, bojenog lima d=0,55mm. Opšivanje je izvedeno u svemu prema projektovanim detaljima.

3.8. Stolarski radovi

Sva spoljašnja stolarija stambenog dela objekta je izrađena od PVC stolarije.

3.9. Fasaderski radovi

Za odradu spoljašnjih površina zidova objekta urađena je kombinacija pune opeke i giter bloka. Za izradu fasaderskih radova je bilo potrebno montirati skelu koja je imala adekvatnu zaštitu kako za radnike tako i za prolaznike.

3.10. Bravarski radovi

Svi radovi su izvedeni prema tehničkom opisu, šemama i detaljima. Od bravarskih radova je izvršena i montaža vetrobrana sa vratima u prizemlju prilikom ulaza u objekat.

3.11. Podopolagački radovi

Oblaganje podova objekta je urađeno kombinovanjem klasičnog hrastovog parketa I klase d=22.0 mm i TERACO pločama.

3.12. Keramičarski radovi

Oblaganje podova je izvršeno keramičkim pločicama, na mestima gde je predviđeno oblaganje podova i zidova keramičkim pločicama, polaganjem u lepak na postavljenu cementnu košuljicu.

3.13. Molersko-farbarski radovi

Gletovanje zidova i plafona je obavljeno u 2 sloja (grubo i fino) sa prethodnim premazom podloge krečnim mlekom. Sve površine nakon obrade moraju biti glatke i ne smeju se ljuštiti.

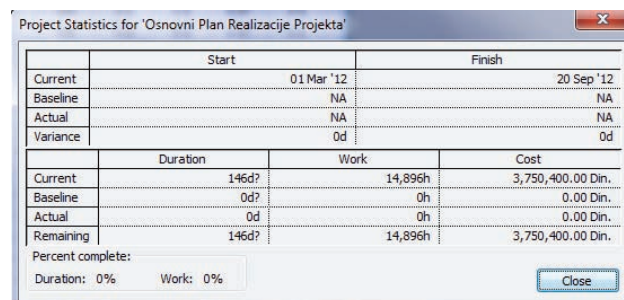
Bojenje je izvršeno poludisperzivnim bojama u tonu po želji investitora.

4. REZULTATI OSNOVNOG PLANA REALIZACIJE PROJEKTA

U okviru ovog rada za Osnovnu muzičku školu u Loznici spratnosti P+2, urađen je projekat tehnologije i organizacije građenja, pri tome definisana je tehnologija izrade konstrukcije, kao i tehnologija izvršenja svih radova na gradilištu.

Dinamičkim planom izgradnje objekta obuhvaćeno je detaljno planiranje izrade konstrukcije kroz gantogram, a urađen je i mrežni plan.

Dobijeno ukupno efektivno vreme potrebno za celokupnu izradu (od 01.marta 2012. do 20. septembra 2012.godine) je 146 radnih dana.



	Start	Finish	Duration	Work	Cost
Current:	01 Mar '12	20 Sep '12	146d?	14,896h	3,750,400.00 Din.
Baseline:	NA	NA	0d?	0h	0.00 Din.
Actual:	NA	NA	0d	0h	0.00 Din.
Variance:	0d	0d	146d?	14,896h	3,750,400.00 Din.
Remaining:			146d?	14,896h	3,750,400.00 Din.
Percent complete:	Duration: 0% Work: 0%				

Slika 1. Osnovni plan realizacije projekta

Primenom predložene organizacije rada postiže se da objekat bude izveden kvalitetno i završen u planiranom roku. Posebno je potrebno praćenje izvršenja radova kroz dinamički plan u toku same izgradnje.

5. PRAĆENJE REALIZACIJE PROJEKTA

Prema planu projektnog zadatka je izvršeno praćenje i kontrolisanje izvršavanja pojedinačnih i sveukupnih aktivnosti. Značajni segmenti na koji su se pratili su vreme predviđeno za realizaciju projekta i utrošak resursa. Pri tom je vršeno stalno upoređivanje sa planiranim veličinama i preduzimanje odgovarajućih akcija ukoliko je došlo do bitnijeg odstupanja.

Jedan od ključnih elemenata koji se prati i kontroliše su vremenski rokovi koji su predviđeni u projektu. Pored praćenja vremena takođe je i pravovremeno intervenisano kako bi se vremenska odstupanja sa potrebnim akcijama smanjivanja nastalih razlika. Uvid i evidencija u ove podatke je vršena na samom gradilištu kroz standardnu dokumentaciju u vidu građevinskog dnevnika i građevinske knjige.

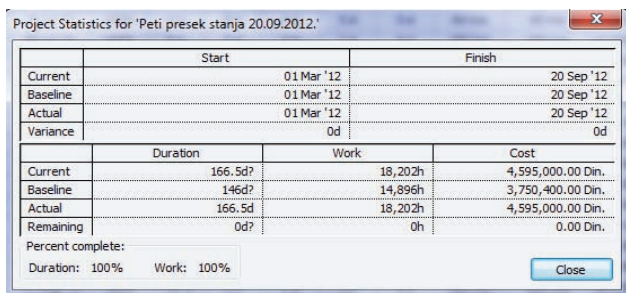
Izgradnja objekta je počela 01.03.2012.godine.kada je i bilo predviđeno osnovnim planom.

Praćenje i kontrola vremenskog napredovanja projekta, odnosi se na analizu vremenskog napredovanja. Praćenje i kontrola resursa je podproces, koji se odnosi na praćenje i kontrolu trošenja resursa, praćenje utroška materijala, ugrađenu opremu i potrebnu radnu snagu.

U ovom projektu je u toku izgradnje objekta izvršeno 5 kontrola stvarnog stanja projekta. Na osnovu dobijenih podataka izvršena je analiza stanja projekat – investicije u realizaciji projekta i potom ažuriranje osnovnog plana.

Analiza i ocena dobijenih rezultata je obuhvatila:

- analizu i ocenu poštovanja planiranog roka
- analizu i ocenu planiranih troškova,



	Start	Finish
Current	01 Mar '12	20 Sep '12
Baseline	01 Mar '12	20 Sep '12
Actual	01 Mar '12	20 Sep '12
Variance	Od	Od

	Duration	Work	Cost
Current	166.5d?	18,202h	4,595,000.00 Din.
Baseline	146d?	14,896h	3,750,400.00 Din.
Actual	166.5d	18,202h	4,595,000.00 Din.
Remaining	Od?	Oh	0.00 Din.

Percent complete:
Duration: 100% Work: 100%

Slika 2. Rezultat realizacije projekta na njegovom završetku

6. ANALIZA FINANSIJSKE REALIZACIJE PROJEKTA – EARNED VALUE INFORMATION (EVM)

Analiza finansijske realizacije meri ključne parametre izvršavanja projekta i poredi ih sa parametrima prvobitnog plana. Veličina odstupanja ili varijanse između prvobitnog plana i stvarnog stanja pokazuje da li se projekat odvija po planu.

Analiza finansijske realizacije projekta je u stvari jedan komplet jednostavnih izračunavanja u kojima se odvaja realizacija budžeta od realizacije aktivnosti tako da bez obzira na promenljivost situacije koja se dešava prilikom izvođenja projekta možete da upravljate troškovima i radom i da na njih utičete.

Kada stvarni troškovi prevaziđu planirane, mora se naći način da se troškovi zadrže pod kontrolom. Tada se mora izmeniti ukupna cena projekta, obim posla, način izvršavanja ili dinamički plan — izbor zavisi od toga koji je od ovih elemenata najkritičniji po mišljenju učesnika u projektu.

Analiza finansijske realizacije projekta je izvršena u softveru MS Project 2007. MS Project 2007 omogućuje simulaciju izmene parametara projekta, na bazi čega se donosi odluka o izmeni stvarnih parametara. Posmatra se efekat izmene jednog parametra na ostale parametre projekta. Utvrđuje se da li je ishod prihvatljiv.

U analizi finansijske realizacije, koriste se tri vrednosti troškova (zavisno od aktivnosti) da bi se izračunala odstupanja.

Vrednosti koje su u vezi sa aktivnostima su:

- BUDGET COST OF WORK SCHEDULED (BCWS) – predstavlja budžet prvobitnog plana projekta. BCWS je u stvari budžet prvobitnog plana projekta ili Planned value – PV,
- BUDGET COST OF WORK PERFORMED (BCWP) – predstavlja trošak koji je trebao da nastane od početka projekta do datuma na koji se utvrđuje presek projekta. BCWP jeste proizvod stvarno izvršenog rada i cene iz prvobitnog plana ili Earned value – EV,
- ACTUAL COST OF WORK PERFORMED (ACWP) – predstavlja stvarni trošak koji je nastao u periodu od početnog datuma projekta do datuma na koji se utvrđuje stanje projekta.

ACWP je stvarna cena neke aktivnosti ili Actual cost – AC.

Kod izgradnje ovog objekta dobijeno je da budžet prvobitnog plana projekta (BCWS) iznosi 3 750 400,00 din., da budžetski troškovi izvršenog rada (BCWP) iznosi takođe 3 750 400, 00 din., a stvarni troškovi izvršenog rada iznose 4 595 000, 00 din.

6.1 Izračunavanje odstupanja finansijske realizacije

Pomenute tri vrednosti koriste se za izračunavanje dve vrste odstupanja i dve vrste odnosa i to:

- Schedule variance (SV) — odstupanje od plana — upoređuje BCWS sa BCWP (trošak za planirani i stvarni rad) i prikazuje razliku u troškovima koja je nastala samo zbog razlike planiranog i stvarno izvršenog rada.

$$SV = BCWP - BCWS$$

- Cost variance (CV) — odstupanje troškova — upoređuje BCWP sa ACWP (planska i stvarna cena rada) i prikazuje razliku u troškovima koja je nastala samo zbog razlike u ceni rada resursa.

$$CV = BCWP - ACWP$$

Odstupanje od plana i odstupanje troškova su najvažnije stavke praćenja realizacije projekta.

U ovom projektu nije došlo do odstupanja od plana ali je, usled želje investitora da objekat bude završen na vreme, došlo do odstupanja troškova, tačnije do prekoračenja budžeta, tako da je odstupanje plana $SV = 0$, što je dobro, ali je odstupanje troškova $CV < 0$, što nije dobro. Povećanje troškova je, donekle, opravdano željom investitora da objekat bude završen na vreme.

6.2 Izračunavanje indeksa finansijske realizacije

Takođe postoje i dva indeksa koji omogućuju verodostojno međusobno poređenje dve aktivnosti ili projekta u istom stepenu realizacije projekta:

- Schedule Performance Index (SPI) - indeks izvršavanja plana je odnos stvarno izvršenog i planiranog rada :
- Cost Performance Index (CPI) — indeks ostvarenja troškova je odnos troškova predviđenih prvobitnim planom sa stvarnim troškovima koji su opteretili određenu aktivnost :

$$SPI = BCWP / BCWS$$

Indeks izvršavanja plana SPI i indeks ostvarenja troškova CPI su korišćeni prilikom izgradnje objekta da bi uočili da li je i prilikom kojih aktivnosti prekoračen budžet ili su aktivnosti ispred plana, gde su manji troškovi od budžetnih.

6.3 Izračunavanje procene troškova

Procena troškova se vrši u softveru (MS Project 2007).

Ove procene daju odgovor o budućnosti projekta:

- ESTIMATE AT COMPLETION (EAC) procena stanja na završetku — obuhvata fiksne troškove, stvarne troškove i preostale troškove za neku aktivnost. Ova procena je tačna samo

ako se ostatak aktivnosti završi kako je budžetom planirano.

- BUDGETED AT COMPLETION (BAC) budžet na završetku – predstavlja zbir fiksnih troškova i troškova resursa po prvobitnom planu.
- VARIANCE AT COMPLETION (VAC) odstupanje na završetku — predstavlja razliku između BAC i EAC:

$$VAC = BAC - EAC.$$

Odstupanje na završetku izgradnje projekta VAC nam daje informacije o prekoračenju budžeta, što je slučaj kod ovog projekta gde je prvobitni budžet prekoračen za oko 20%.

7. ANALIZA POŠTOVANJA PLANIRANOG ROKA

Nakon završetka realizacije projekta se govori i o analizi poštovanja planiranog roka projekta, da li je projekat završen u skladu sa prvobitnim planom projekta.

Ocena realizacije projekta zavisi od analize poštovanja planiranog roka.

Objekat je završen u skladu sa prvobitnim planom projekta i čitav projekat je završen bez kašnjenja na dan 20.09.2012. godine.

U toku realizacije projekta je bilo određenih aktivnosti koje su trajale duže od prvobitnog plana tako da dobijeno efektivno vreme za izvršenje projekta je 166 radnih dana umesto 146 radnih dana. Ova razlika u efektivnom radu između planiranog i izvršenog rada će se odraziti u oceni planiranih troškova.

8. ANALIZA I OCENA PLANIRANIH TROŠKOVA

Na osnovu unetih podataka o izvršenju radova i stvarnim troškovima aktivnosti se dobijaju troškovni pokazatelji o Analizi ostvarene vrednosti (EAV – Earned Value Information).

Ocena realizacije projekta zavisi od analize poštovanja planiranog roka.

Dobijeni rezultati sa finansijskog gledišta nisu najbolji, jer je potrebno 844 600,00 din. više za isplatu radnika ili 22,52% više novčanih sredstava od prvobitno planiranog, osnovnog, budžeta. Umesto prvobitnih 3 750 400,00 din. za realizaciju projekta "Tehnologija i organizacija izgradnje Osnovne muzičke škole "Vuk Karadžić" u Loznici sa praćenjem realizacije projekta" je potrebno 4 595 000,00 din. Ovo povećanje novčanih sredstava je prouzrokovano opravdanim i neopravdanim kašnjenjem raznih aktivnosti.

Ovoliko prekoračenje planiranih troškova je, između ostalog, uslovljeno željom investitora da se projekat završi u planiranom roku.

9. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada za Osnovnu muzičku školu "Vuk Karadžić" u Loznici spratnosti P+2, urađen je projekat tehnologije i organizacije građenja, pri tome je definisana tehnologija izrade konstrukcije i tehnologija izvršenja svih radova kao i praćenje realizacije projekta izgradnje i kontrola uspeha projekta.

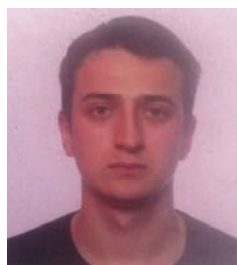
Dinamičkim planom izgradnje objekta obuhvaćeno je detaljno planiranje izrade konstrukcije kroz gantogram, a urađen je i mrežni plan.

Tokom izvođenja projekta dešavale su se određene promene u izvršavanju aktivnosti što je težilo da tok realizacije projekta ne bude kao planirani tok projekta. Da bi projekat bio završen na vreme uvodile su se razne mere-promene u planu kako bi projekat bio završen u roku (promena radnog vremena, uvođenje radnih subota, dodavanje novih resursa problematičnim aktivnostima). Projekat je izveden bez kašnjenja i završen je u roku, tj. kada je i trebao da se završi planirani projekat 20.09.2012. godine.

10. LITERATURA

- [1] Mirković. S.: Građevinska mehanizacija, Građevinska knjiga, Beograd, 2005
- [2] Normativi i standardi rada u građevinarstvu - visokogradnja, Građevinska knjiga, Beograd, 1999.
- [3] Trbojević. B.: Građevinske mašine, građevinska knjiga, Beograd 1964
- [4] Trbojević. B.: Organizacija građevinskih radova, Građevinska knjiga, Beograd, 1991
- [5] Grupa autora: Tehničar, građevinski priručnik 3, Građevinska knjiga, Beograd, 1977
- [6] Trivunić. M., Matijević Z.: *Tehnologija i organizacija građenja – praktikum*, FTN, Novi Sad, 2006

Kratka biografija:



Mladen Milinković rođen je u Loznici 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo odbranio je 2013. god.

OPERATIVNO UPRAVLJANJE IZVRŠENJEM RADOVA

OPERATIVE MANAGEMENT OF WORK EXECUTION

Miloš Milanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su analizirane sve faze izgradnje objekta, preko tehničke dokumentacije do upotrebne dozvole.

Abstract – All realization phases of the object have been analyzed in this paper - starting from the technical documentation to the usage permit, as well as the construction control of the object.

Ključne reči: *Upravljanje projektima, upravljanje građenjem, dinamički plan, kontrola dinamičkog plana, plan resursa.*

1. UVOD

Operativno upravljanje izvršenjem radova podrazumeva tehničke, ekonomske i pravne uslove, bilo koja faza realizacije da je u pitanju. Upravljanje izgradnjom objekta je celokupno planiranje, rukovođenje i koordiniranje učesnika u realizaciji jednog objekta, sa ciljem da se ostvare zahtevi investitora i obezbedi završetak projekta predviđenim finansijskim sredstvima u predviđenom roku. Projekat (objekat) prolazi kroz nekoliko faza – izrada tehničke dokumentacije, izbor izvođača, proces građenja, montaža opreme, tehnički pregled, probni rad i podrazumeva poznavanje tehnike i metoda za njihovu realizaciju (mrežno planiranje).

2. PROCEDURA REALIZACIJE OBJEKTA

Od ideje investitora da izgradi objekat do dobijanja upotrebne dozvole za taj objekat i njegove uknjižbe, proces je dugotrajan, koplikovan i kompleksan. Taj proces obuhvata niz faza izrade tehničke dokumentacije za izgradnju objekta, kao i proveru da li je ta tehnička dokumentacija izgrađena po važećim zakonima, propisima, standardima, normativima i etikom struke. Proces realizacije objekta podrazumeva izgradnju objekta, i tehnički pregled izvedenog objekta, te na kraju izdavanje upotrebne dozvole i uknjižbu tog objekta.

2.1. Tehnička dokumentacija za izgradnju objekta

Tehnička dokumentacija jeste skup projekata koji se izrađuju radi:

- Utvrđivanja koncepcije objekta (generalni i idejni projekat);
- Razrade uslova i načina izgradnje objekta (glavni i izvođački projekat);
- Za potrebe održavanja objekta (projekat izvedenog stanja).

NAPOMENA:

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

2.2 Odobrenje za izgradnju

Investitor objekta, uz zahtev za odobrenje za izgradnju, nadležnom organu podnosi:

- Izvod iz urbanističkog plana koji nije stariji od 6 meseci;
- Idejni projekat;
- Dokaz o pravu svojine, odnosno zakupa na građevinskom zemljištu.

Odobrenje za izgradnu izdaje se u obliku rešenja, u roku od 15 dana od podnošenja zahteva.

2.3. Prijava početka izvođenja radova

Investitor 8 dana pre početka građenja objekta treba da prijavi početak izvođenja radova organu nadležnom za izdavanje odobrenja za izgradnju. Takođe, prijava se podnosi:

- Građevinskoj inspekciji;
- Inspektoru rada,
- Sanitarnoj inspekciji.

2.4. Građenje i kontrola nad građenjem

Kad investitor pribavi potvrdu o prijemu dokumentacije za prijavu radova, može da se otpočne sa građenjem objekta, odnosno izvođenjem radova. Za normalan rad gradilišta potrebno je da se oformi dokumentacija o praćenju građenja koja će se u toku izvođenja radova sukcesivno popunjavati:

- Građevinski dnevnik (slika 1.);
- Građevinska knjiga;
- Knjiga građ.inspekcije;
- Knjiga inspekcije rada;
- Knjiga sanitarne inspekcije;
- Knjiga prijema i predaje projekata i detalja;
- Pravilnici o zaštiti na radu;
- Knjiga mesečnih situacija;
- Atesti o kvalitetu materijala, betona.

[illegible]

Slika 1. *Građevinski dnevnik*

2.5. Upotrebna dozvola

Investitor može da koristi izgrađeni objekat tek po dobijanju upotrebne dozvole. Nadležan organ izdaje upotrebnu dozvolu u roku od 7 dana od dana prijema nalaza komisije kojom je utvrđeno da je objekat podoban za upotrebu.

3. OPERATIVNO UPRAVLJANJE IZVRŠENJEM RADOVA

Upravljanje projektom, odnosno izvršenjem radova sa operativnog nivoa – nivoa gradilišta sastoji se iz tri faze:

- Pripreme građenja;
- Građenja;
- Stvaranja građenja.

U *pripremu građenja* spadaju tehnička dokumentacija, uslovi gradilišta, tehnologija i organizacija građenja, dinamika građenja, predmer i predračun.

Pod *građenjem* se podrazumevaju pripremni radovi, operativno planiranje, obezbeđenje resursa, organizacija procesa kao i upravljanje. *Informacije koje dolaze sa gradilišta* su podaci o poslovanju, obračunu rada, obačunu proizvodnje, rad mehanizacije, utrošci resursa, režija gradilišta i dr.

Izvođenjem radova na gradilištu realizuje se postavljeni model kroz projekat tehnologije i organizacije građenja sa pretpostavljenim uticajima. Odstupanja projektovanog i zamišljenog modela od realnosti na gradilištu su manja, ukoliko je bila kvalitetnija priprema posla.

Priprema posla za izvođača radova počinje radom na ponudi, nastavlja se ugovaranjem i traje tokom izrade kompletne tehničke dokumentacije i svih pratećih aktivnosti na komercijalnim i ostalim poslovima. Izvođaču, koji je razvio osmišljen i proceduralno odrađen sistem rada preostaje da se posveti pretežno operativnim problemima, kao što su:

- Izgradnji objekta razrađivanjem tehničko-tehnoloških i organizacionih rešenja radi povećanja produktivnosti, uz održavanje zahtevnog kvaliteta rada;
- Komercijalnim aktivnostima na pravovremenom izboru i obezbeđivanju potrebnih resursa i opreme na gradilištu;
- Kontrolu ispunjenja sopstvenih ugovornih obaveza o rokovima realizacije pojedinih faza rada;
- Naplati izvršenog posla.

Planiranje je jedna od osnovnih obaveza rukovodstva projekta. Izvođaču koji je kvalitetno isplanirao posao, tokom faze radova, preostaje da uspostavi sistem za kontrolu realizacije projekta, koji će mu obezbeđivati informacije za pravovremeno donošenje odluka.

Planom upravljanja projektom definišu se konkretne oblasti kontrole i veličine koje se kontrolišu. Po pravilu, sledeće tri oblasti se kontrolišu:

- Rok;
- Troškovi;
- Kvalitet.

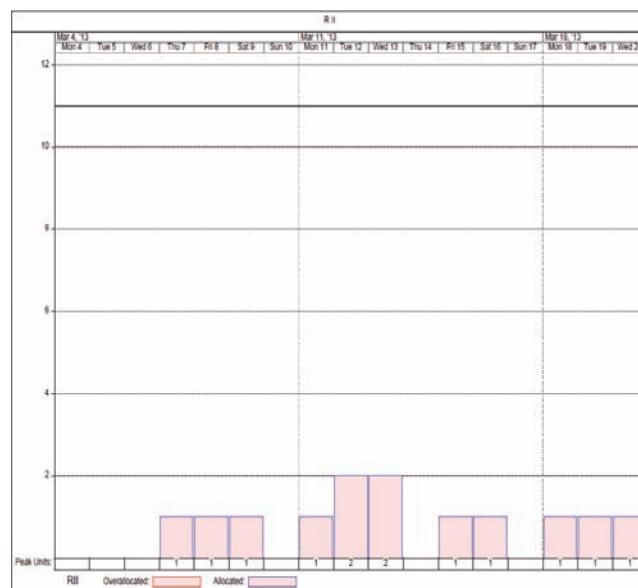
Operativno upravljanje građenjem na gradilištu sastoji se od prikupljanja podataka o procesu rada i akcija – dejstva koja nastaju po obradi i analizi tih podataka. Sistem prikupljanja podataka, obrade i analize, kao i hijerarhija dejstava mora jasno biti definisana zbog reagovanja i dejstva ukoliko dođe do poremećaja u sistemu. Obrada podataka vrši se primenom računara koji se nalaze na samom gradilištu zbog neposrednosti prikupljanja, obrade i korišćenja podataka. Osnova za operativno upravljanje na gradilištu je dinamički plan izvršenja radova i dinamički plan resursa. Dinamički planovi postaju osnova za upravljanje izvršenjem radova, jer donose laku preglednost. Tu se jasno vidi koji je planiran početak i planiran završetak određenih radova i prema tome se može pratiti da li radovi teku prema planiranom vremenskom roku.

Uz pomoć gantograma dobili smo preglednu sliku odvijanja projekta u toku vremena, kao i uvid u projektovanu paralelizaciju radova. Osnovni zadatak kontrole vremena je da proceni uzroke i uticaj eventualnih kašnjenja na odvijanje ostalih projektnih aktivnosti i na rok završetka projekta. Ukoliko su uzroci i posledice poremećaja takvi da ugrožavaju osnovne ciljeve projekta, predlažu se korektivne mere i simulira se njihov efekat. Korektivne mere za ubrzanje realizacije projekta su:

- Rad u više smena;
- Povećanje radne brigade;
- Promena tehnologije rada;
- Angažovanje dodatne mehanizacije.

Naravno, ovo sve vuče za sobom povećanje troškova izvršenja radova.

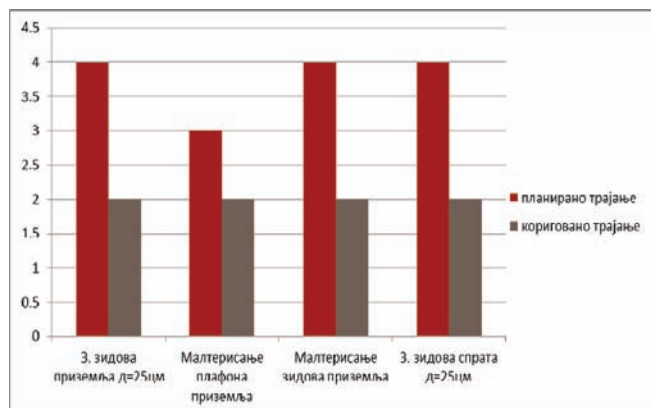
Još jedan od načina koji pokazuju operativni plan izgradnje dat je u kalendarskom sagledavanju gantograma. Histogram (slika 2.) prati kalendarsko sagledavanje gantograma tako što daje preglednu sliku u radnoj snazi. Histogram omogućuje prikaz svake grupe radnika ponaosob. Na apscisi histograma data je vremenska skala u vidu kalendara, a izražena je u danima.



Slika 2. Histogram radne snage (RII)

3.1. Operativno upravljanje izvršenjem radova na upravnoj zgradi JKP „Duboko“

Gantogram je osnova pri operativnom upravljanju izvršenja radova. Jedan od operativnih koraka pri prikupljanju podataka o izvršenju radova je nedeljni presek. Pri ovako redovnom kontrolisanju dinamičkog plana imamo konstantan uvid u stvarnu situaciju na gradilištu. Tako je izvršen presek 12.04.2013. godine i ustanovljeno je da je došlo do kašnjenja pri zidanju zidova pizemlja d=25cm. Planiran početak je bio za 02.04.2013. Iz ovog proizilazi da će doći do narušavanja kritičnog puta i da je potrebna optimizacija istog. Kao jedno od mogućih rešenja, a da pri tom ne probijemo rok završetka radova na izgradnji objekta, nudi nam se smanjenje trajanja određenih aktivnosti na kritičnom putu, kao i povećanje radne brigade. Tako sam skratio vreme trajanja zidanja zidova d=25cm i na prizemlju i na spratu, kao i malterisanje plafona i zidova na obe etaže. Prikaz tako planiranih i korigovanih aktivnosti prikazan je na slici 3.



Slika 3. Grafikon poređenja planiranog i korigovanog

Skraćenje trajanja aktivnosti za sobom povlači i povećanje radne brigade. Formiranje nove radne brigade je nastalo iz proračuna prema važećim normativima i standardima. Rezultat svega toga jeste da smo uspeali da se uklopimo u prvobitno planirani rok završetka radova na izgradnji objekta. Došlo je do optimizacije kritičnog puta.

4. ZAKLJUČAK

Operativno upravljanje izgradnjom objekta je celokupno planiranje, rukovođenje i koordiniranje učesnika u realizaciji jednog objekta, sa ciljem da se ostvare zahtevi investitora i obezbedi završetak projekta predviđenim finansijskim sredstvima u predviđenom roku.

Osnova za operativno upravljanje na gradilištu jeste dinamički plan izvršenja radova. Dinamički planovi postaju osnova za upravljanje izvršenjem radova, jer donose laku preglednost.

Cilj kontrole izvršenja radova je da se konstantnim uvidom, u odgovarajućem trenutku identifikuju potencijalni problemi i preduzmu korektivne mere. Na primeru izgradnje upravne zgrade sam pokazao operativno rešenje za vraćanje dinamičkog plana u planirani rok završetka radova.

4. LITERATURA

- [1] G. Ćirović, „Upravljanje investicijama“, visoka građevinsko-geodetska škola u Beogradu, Beograd 2009.
- [2] M. Trivunić, Z. Matijević, „Tehnologija i organizacija građenja“, praktikum, FTN, Novi Sad 2009.
- [3] B. Ivković, Ž. Popović, „Upravljanje projektima u građevinarstvu“, GK, Beograd 2005.
- [4] „Normativi i standardi rada u građevinarstvu“, GK, Beograd 2004.
- [5] K. Kurij, „Graditeljski projekt menadžment“, Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd 2005.

Kratka biografija:



Miloš Milanović rođen je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Organizacija i tehnologija građenja odbranio je 2013. god.

IZBOR OPTIMALNE MEHANIZACIJE ZA ZEMLJANE I BETONSKE RADOVE PRI IZGRADNJI JEDNOG POSLOVNOG OBJEKTA**OPTIMAL CHOICE OF MACHINERY FOR EARTH AND CONCRETE WORKS IN CONSTRUCTION OF AN OFFICE BUILDING**

Nemanja Zlatić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Osnovni cilj rada je optimizacija zemljanih i betonskih radova. Može se desiti da u određenom trenutku dođe do konflikta između pojedinih cijeva, kao što su npr. ubrzanje rada i postizanje maksimalne produktivnosti i ekonomičnosti. U tom slučaju potrebno je odrediti globalni interes učesnika u izgradnji, te pri takvom konfliktu tražiti globalni optimum. Sve operacije sadržane u ovom projektu obrađene su po redosledu izvršenja u okviru dinamičkog plana građenja. Na osnovu analize doći ćemo do optimalnog rešenja, koje se ocenjuje najčešće kvantitativnim metodama uz pomoć logike, iskustva i intuicije.

Abstract – The aim of this thesis is optimisation of earth and concrete works. It may be that at some point there is a conflict between the individual aims, such as achievement of maximum productivity and efficiency. In this case it is necessary to determine the global interest of the participants in the building, and when such a conflict to seek a global optimum. All operations included in this project are discussed in the order of execution within the timescale of construction. Based on the analysis we will come to optimum solutions, which are usually assessed by quantitative methods with the help of logic, experience and intuition.

Ključne reči: mehanizacija, građevinske mašine, zemljani i betonski radovi, višekriterijumska optimizacija.

1. UVOD

U ovom radu biće obrađen i detaljno opisan kompletan tok betonskih – betoniranje temelja i podne ploče, betoniranje zidova, stubova i međuspratne konstrukcije objekta, i zemljanih radova – široki iskop, iskop temeljnih jama i greda i nasipanje tampon sloja šljunka. Mehanizacija će biti usvojena na osnovu ekonomske opravdanosti i praktičnog učinka na gradilištu, a rad će biti praćen crtežima i osnovama objekta radi što kompletnijeg sagledavanja projekta tehnologije i organizacije. Prikaz optimizacije biće sproveden na primeru betonskih i zemljanih radova na izgradnji poslovnog objekta.

U cilju sprečavanja pojave nepovoljnih okolnosti potrebno je celishodno planirati i uzeti u obzir sve

parametre koji su od važnosti za realizaciju. Više vremena posvećenog planiranju i organizovanju znači minimalne gubitke i sprečavanje pojave nepredviđenih problema.

Za rešavanje definisanog problema primenjuju se metode višekriterijumske optimizacije: metoda kompromisnog rangiranja i metoda kompromisnog programiranja.

2. METODE OPTIMIZACIJE

Mnogi složeni sistemi zahtevaju analizu sa više različitih kriterijuma, što ima za posledicu da se sa optimizacije po samo jednom kriterijumu pređe na optimizaciju po više kriterijuma.

Metode operacionih istraživanja dele se u četiri grupe: determinističke, stohastičke, heurističke i ekspertne metode. Determinističke i stohastičke metode se koriste za formulaciju dobro matematički struktuiranih problema, a heurističke i ekspertne za formulaciju i rešavanje matematički slabo struktuiranih problema.

U okviru metode višekriterijumske optimizacije primenjuju se metoda kompromisnog programiranja i metoda kompromisnog rangiranja.

3. OPIS OBJEKTA ZA KOJI SE VRŠI OPTIMIZACIJA

Primer višekriterijumske optimizacije u ovom slučaju biće prikazan na poslovnom objektu sa lokacijom u Valjevu, u ulici 15. septembra.

Objekat se projektuje prema Aktu o urbanističkim uslovima br. 350-105/05-07/2 od 25.05.2005. god, koji je izdat od Odeljenja za urbanizam i imovinsko-pravne poslove, Odsek za urbanizam, Opštine Valjevo.

Namena: Objekat je poslovni – market za prodaju mešovite robe, spratnosti SUTEREN + PRIZEMLJE + SPRAT, pravougaone osnove, gabarita 22,0 x 21,0 m + 8,0 x 8,0 m (suteran) i 22,0 x 17,0 m + 8,0 x 8,0 m (nadzemni deo objekta), ukupne bruto površine 1402,00 m². Gradi se po skeletnom sistemu i sastoji se od dva konstrukcijski nezavisna dela.

Temelji su temeljne stope i trake, fundirani na dubini od 80cm. Temelj u skloništu dopunske namene je temeljna ploča d=40cm. Svi zidovi u skloništu dopunske zaštite su

NAPOMENA:

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

AB i njihova debljina je 30cm. Zidovi u stepenišnom delu su takođe AB platna d=20cm. U ostalom delu objekta konstruktivni zidovi su od siporeks blokova d=25cm, zidani u produžnom malteru u r=1:2:6 ukruženi vertikalnim i horizontalnim AB serklažima. Pregradni zidovi su od pune opeke d=12cm sa istovremenom izradom horizontalnih AB serklaža u visini otvora, obostrano malterisani produžnim malterom. Međuspratna konstrukcija iznad istočne strane suterena od polja A do polja B je puna AB ploča d=16cm. Tavanica u skloništu dopunske zaštite je AB ploča d=30cm. Tavanica iznad suterena, u delu objekta gde je smeštena ribarnica je takođe AB ploča d=16cm. U ostalom delu objekta međuspratna konstrukcija je LMT tavanica koja se armira armaturom po statičkom proračunu. Krov je dvovodni sa nagibom 15%. Krovna konstrukcija je od četinarske građe standardnog kvaliteta, a krovni pokrivač je fasadni TR lim 18/150. Stepenište je armirano betonsko.

4. TEHNOLOGIJA GRAĐENJA I PRIMENA MEHANIZACIJE

Svi radovi su izvedeni prema projektu i detaljima iz projekta, statičkom proračunu, tehničkom opisu i ostalim priložima iz projekta.

U ovom delu akcenat se stavlja na zemljane i betonske radove, njihove karakteristike, potrebe za mehanizacijom i resursima, a sve u cilju njihove optimizacije.

Za tehnologiju i organizaciju veoma je bitno odrediti fond radnog vremena, u ovom slučaju za zemljane i betonske radove. Fond radnog vremena se određuje na osnovu mnogobrojnih faktora: broj nedelja, praznika i neradnih dana, padavina, temperatura, brzine vetra itd. Ukupni broj neradnih dana se određuje kao zbir neradnih dana i broja dana kada nije moguće raditi zbog vremenskih uslova. **Mogući fond** radnog vremena je razlika između kalendarskog fonda radnog vremena i broja neradnih dana. **Usvojeni fond** radnog vremena je manji ili jednak mogućem fondu radnog vremena. Mogući fond radnog vremena po mesecima se množi sa brojem radnih sati i radnih smena, pri čemu se dobija usvojeni **godišnji fond** radnog vremena.

U ovom radu je obrađen kompletan proces izgradnje objekta sa akcentom na zemljane i betonske radove kao i sve aktivnosti vezane za njih. Proračunati su praktični učinci mašina za sve segmente građenja kako za zemljane tako i za betonske radove i izračunata je cena koštanja radnog časa svake mašine posebno, a onda je na bazi ekonomskog kriterijuma određen uži izbor mehanizacije za određenu vrstu radova.

5. IZBOR OPTIMALNE MEHANIZACIJE ZA IZGRADNJU

Problem izbora optimalne mehanizacije za izvođenje betonskih i zemljanih radova, koji je u ovom slučaju razmatran kao problem višekriterijumske optimizacije, rešen je minimizacijom vektorske funkcije u obliku:

$$F(x) = \min (f_1, f_2, f_3)$$

gde su pojedinačne kriterijumske funkcije:

f₁ – ekonomska kriterijumska funkcija

f₂ – vreme izvršenja po jedinici mere

f₃ – stepen komplikovanosti (zastoji usled kvarova i sl.)

Razlikujemo više metoda za rešavanje višekriterijumske optimizacije, a u ovom radu će biti primenjene metoda kompromisnog programiranja i metoda kompromisnog rangiranja.

Metoda kompromisnog programiranja bazira se na rangiranju alternativnih rešenja prema bliskosti određenim „idealnim“ vrednostima, uzimajući u obzir sve kriterijume.

Izborom parametra „p“, usvaja se strategija postizanja kompromisa u višekriterijumskoj optimizaciji:

– p = 1- rešenje je najbolje po svim kriterijumima zajedno

– p = 2- rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački

– p = ∞- prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem

Prilikom rešavanja zadataka višekriterijumske optimizacije u prvom prolazu određuju se kompromisna rešenja za različite vrednosti parametara p, pod uslovom da sve kriterijumske funkcije imaju iste težinske koeficijente.

Višekriterijumsko kompromisno rangiranje alternativnih rešenja se primenjuje kada je neophodno odrediti redosled alternativnih rešenja na osnovu definisanih kriterijuma. Jedini uslov koji treba da bude zadovoljen je da sve alternative budu vrednovane po svim kriterijumima.

Metoda omogućava da se zadaju težine strategije odlučivanja v₁ i v₂, v₂=1-v₁. Pri tome, ako je v₁>v₂, daje se prednost zadovoljenju većine kriterijuma, ne vodeći računa da jedan od kriterijuma može biti potpuno nezadovoljen, a ako je v₂>v₁, ne dopušta se potpuno nezadovoljenje bilo kog kriterijuma.

Za svaku vrstu radova predložena su varijantna rešenja koja će biti uključena u proces optimizacije, a na kraju procesa biraće se ono rešenje koje zadovoljava određene kriterijume, odnosno optimalno.

Izbor mašina za betoniranje temelja i podne ploče

Tabela 1. Metoda kompromisnog programiranja

	A1	A2	A3	A4
p=1	3	1	4	2
p=2	3	1	4	2
p= ∞	3	1	4	2

Tabela 2. Metoda kompromisnog rangiranja

	A1	A2	A3	A4
Qj(v=0,0)	3	1	4	2
Qj(v=0,3)	3	1	4	2
Qj(v=0,6)	3	1	4	2
Qj(v=0,9)	3	1	4	2
Qj(v=1,0)	3	1	4	2

Rezultati metode VKO pokazali su u obe metode da je varijanta #2 – kombinacija mašina: *CFB Gradis SB 500/35, Automešalica Progres AM6, Pumpa za beton Schelle K3516, Pervibrator Wacker IREK 1.1/42, Pumpa za vodu* – optimalno rešenje za ovu vrstu radova.

Izbor mašina za betoniranje zidova, stubova i MK objekta

Tabela 3. Metoda kompromisnog programiranja

	A1	A2	A3	A4
p=1	4	2	3	1
p=2	4	2	3	1
p= ∞	4	2	3	1

Tabela 4. Metoda kompromisnog rangiranja

	A1	A2	A3	A4
Qj(v=0,0)	4	2	3	1
Qj(v=0,3)	4	2	3	1
Qj(v=0,6)	4	2	3	1
Qj(v=0,9)	4	2	3	1
Qj(v=1,0)	4	2	3	1

Rezultati metode VKO pokazali su u obe metode da je varijanta #4 – kombinacija mašina: *CFB Gradis SB 500/35, Automešalica Progres AM6, Pumpa za beton Fagram, Pervibrator Wacker IREK 1.1/42, Pumpa za vodu* - optimalno rešenje za ovu vrstu radova.

Izbor mašina za široki iskop zemlje III kategorije

Tabela 5. Metoda kompromisnog programiranja

	A1	A2	A3	A4	A5
p=1	2	1	3	5	4
p=2	2	1	3	4	5
p= ∞	3	2	1	5	4

Tabela 6. Metoda kompromisnog rangiranja

	A1	A2	A3	A4	A5
Qj(v=0,0)	2	1	3	5	4
Qj(v=0,3)	2	1	3	5	4
Qj(v=0,6)	2	1	3	5	4
Qj(v=0,9)	2	1	3	5	4
Qj(v=1,0)	2	1	3	5	4

Rezultati metode VKO pokazali su u obe metode da je varijanta #2 – kombinacija mašina: *Bager 14.oktobar BGH-1000, Kamion MERCEDES 2628K* - optimalno rešenje za ovu vrstu radova.

Izbor mašina za široki iskop temeljnih jama i greda

Tabela 7. Metoda kompromisnog programiranja

	A1	A2	A3	A4
p=1	4	1	3	2
p=2	4	2	3	1
p= ∞	4	2	3	1

Tabela 8. Metoda kompromisnog rangiranja

	A1	A2	A3	A4
Qj(v=0,0)	4	1	3	2
Qj(v=0,3)	4	1	3	2
Qj(v=0,6)	4	1	3	2
Qj(v=0,9)	4	1	3	2
Qj(v=1,0)	4	1	3	2

Rezultati metode VKO pokazali su u obe metode da je varijanta #2 – kombinacija mašina: *Bager 14.oktobar BGH-1000, Kamion MERCEDES 2628K* - optimalno rešenje za ovu vrstu radova.

Izbor mašina za nasipanje tampon sloja šljunka

Tabela 9. Metoda kompromisnog programiranja

	A1	A2	A3	A4	A5
p=1	5	1	3	2	4
p=2	4	1	2	3	5
p= ∞	5	1	2	3	4

Tabela 10. Metoda kompromisnog rangiranja

	A1	A2	A3	A4	A5
$Q_j(v=0,0)$	5	1	3	2	4
$Q_j(v=0,3)$	5	1	3	2	4
$Q_j(v=0,6)$	5	1	3	2	4
$Q_j(v=0,9)$	5	1	3	2	4
$Q_j(v=1,0)$	5	1	3	2	4

Rezultati metode VKO pokazali su u obe metode da je varijanta #2 – kombinacija mašina: *Kamion MERCEDES 2628K, Buldozer 14. Oktobar TG 90B, Vibro ploča WACKER BYPN75* - optimalno rešenje za ovu vrstu radova.

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Ovim radom je istaknut značaj dobre analize i izbora svih elemenata u fazi izvođenja radova na objektu. Pravilnom analizom i obradom svih podataka za pojedine segmente građenja dobijamo potpunu sliku ekonomskih i tehničko-tehnoloških faktora, pa dolazimo do rešenja koja su prihvatljiva po svim kriterijumima.

U radu su obrađeni zemljani i betonski radovi, kao najkompleksniji radovi u građevinarstvu, sa svim svojim fazama i karakteristikama, pa im se kao takvim pristupilo oprezno i uz uključivanje svih glavnih faktora koji ih određuju.

S obzirom da se obe vrste radova izvode po fazama, i u ovom radu su obrađene dve faze betonskih i tri faze zemljanih radova. Što se betonskih radova tiče, analizirano je betoniranje temelja i podne ploče i betoniranje zidova, stubova i međuspratne konstrukcije objekta. Analizirane su i sledeće faze zemljanih radova: široki iskop, iskop temeljnih jama i greda i nasipanje tampon sloja šljunka.

Ovakvom analizom možemo doneti brojne zaključke vezane za izbor mehanizacije, u zavisnosti od potreba i mogućnosti. Izlazni rezultati predstavljaju dobru podlogu za donosioca odluke, dok konačno, optimalno, rešenje zavisi od cilja koji se postavlja.

7. LITERATURA

1. Trivunić M., Matijević Z., Tehnologija i organizacija građenja, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad, 2009
2. Trbojević B., Prašćević Ž., Organizacija građevinskih radova, Građevinska knjiga, Beograd
3. Ćirović G., Lazić-Vojinović S., Vujanović N., Mjastorović V., Luković O., Upravljanje kvalitetom u građevinarstvu, Visoka građevinsko-geodetska škola, Beograd, 2007
4. Trbojević B., Prašćević Ž., Građevinske mašine, Građevinska knjiga, Beograd
5. Predavanja iz Teorije sistema i systemske analize, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012
6. Diplomski rad, Projekat tehnologije i organizacije izgradnje poslovnog objekta Su+P+1, Valjevo, Novi Sad, 2012
7. <http://www.gramak.com/>

Kratka biografija:



Nemanja Zlatić rođen je 22.06.1988. godine u Kragujevcu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 19.11. 2012. godine.

GPS – PRINCIP RADA I PRIMENA U PRAĆENJU VOZILA**GPS – THE PRINCIPLE OF WORK AND USAGE IN VEHICLE TRACKING**

Borislav Vukov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je sistem za globalno pozicioniranje. Navedeni su osnovni elementi i struktura ovog sistema. Objašnjen je princip rada, i opisana je primena GPS-a u daljinskom praćenju vozila i svi benefiti koje imaju firme koje se bave uslugom transporta robe i putnika.

Abstract – In this paper, the Global Positioning System is presented. Describes the basic elements and structure of the system. Explains the principle of operation, and describes the application of GPS in the remote monitoring of vehicles and all the benefits for a company engaged in transportation of goods and passengers.

Ključne reči: NAVSTAR GPS, satelitski navigacioni sistemi, trilateracija, daljinsko praćenje vozila.

1. UVOD

GPS (*Global Positioning System*) je sistem kojim se može precizno odrediti položaj korisnika na kopnu, na moru i u vazduhu. To je zapravo satelitski radio-navigacioni sistem namenjen globalnom pozicioniranju. Sistem omogućava korisnicima da dobiju trenutne informacije o poziciji, brzini i tačnom vremenu bilo gde na Zemlji ili u vazduhu, u svako doba i u svim vremenskim uslovima, bez obzira na atmosferske prilike, i to sa tačnošću većom nego bilo koji radio-navigacioni sistem do sada. Puno ime sistema je NAVSTAR GPS (*NAVigation Signal Timing and Ranging GPS*) [3]. GPS kontroliše američko Ministarstvo odbrane, primarno je bio namenjen za vojne svrhe, ali je američki kongres dopustio i njegovu civilnu upotrebu. Navigacioni sistem može da koristi neograničen broj korisnika. Sistem je proglašen potpuno operativnim 1995. godine. Čitav projekat koštao je američko Ministarstvo odbrane (Pentagon) oko 12 milijardi dolara, a održavanje sistema na godišnjem nivou varira između 400 i 750 miliona dolara.

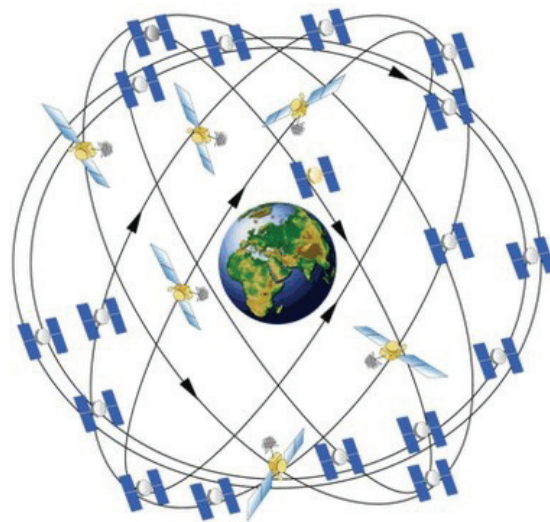
Uzimajući u obzir karakteristike srpskog jezika, adekvatan prevod punog naziva GPS bi glasio: Sistem za globalno pozicioniranje. Na **Slici 1.** prikazan je raspored satelita oko Zemlje.

2. OSNOVE I STRUKTURA GPS-A

GPS predstavlja mrežu satelita koja kontinualno emituje kodirane informacije pomoću kojih je omogućeno precizno određivanje položaja na Zemlji. Temelji se na grupi satelita koji stalno kruže oko Zemlje.

NAPOMENA:

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



Slika 1. Raspored satelita oko Zemlje

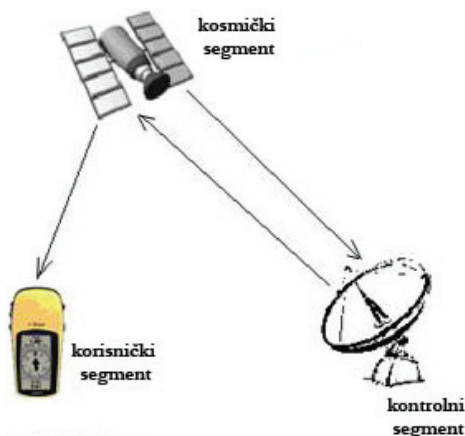
Sateliti emituju radio signale preko kojih GPS prijemnik određuje svoj položaj na Zemlji. U osnovi, omogućava da se zabeleže položaji tačaka na Zemlji i 'uspostavi' navigacija do tih tačaka i od njih. Upotrebljava se na svim mestima osim na onim gde je nemoguće primiti signal – unutrašnjost zgrada, podzemne lokacije, ispod površine vode, itd. GPS-prijemnici mogu dati tačnost bolju od jednog metra, a skuplji sistemi tačnost reda veličine centimetra. Koncept GPS-a zasniva se na merenjima udaljenosti od satelita, što se svodi na merenje vremena potrebnog da signal emitovan sa satelita sa poznatom pozicijom stigne do prijemnika. Vreme rasprostiranja signala pomnoženo brzinom putovanja signala (za radio-talase to je brzina svetlosti) daje udaljenost od satelita do korisnika. Mereći vreme rasprostiranja signala dva satelita i računajući udaljenost do njih, prijemnik može da utvrdi svoju poziciju. Dvoznačnost pozicije može se izbeći merenjem udaljenosti do trećeg satelita.

Celokupna struktura GPS-a može se podeliti na tri komponente, odnosno tri odvojena segmenta [1]:

- a) kosmički (svemirski) segment – sateliti koji se kreću oko Zemlje i emituju signale,
- b) kontrolni segment – stanice raspoređene po celoj teritoriji površine Zemlje (upravljaju celim sistemom),
- c) korisnički segment – GPS-prijemnici.

Struktura sistema prikazana je na **Slici 2.**

Kosmički (svemirski) segment čine svi lansirani sateliti koji emituju neke podatke prema Zemlji. Danas osnovnu GPS mrežu čine 24 operativna i tri satelita u rezervi, mada ih u orbiti ima zapravo još više. Projektovani prosečan vek jednog satelita je desetak godina (u praksi bude i duže), a održavaju se i zamenjuju sredstvima iz budžeta Ministarstva odbrane.



Slika 2. Struktura GPS sistema

Ova satelitska mreža koncipirana je tako da u svakom trenutku postoje najmanje četiri satelita iznad horizonta, ali u zavisnosti od konfiguracije terena, prepreka i drugih elemenata koji karakterišu određeno područje, vrlo čest je slučaj da se nad horizontom nalazi i više od četiri satelita. Uglavnom je obezbeđena istovremena vidljivost od 6 do 11 satelita, pod uglom koji nije manji od 5 stepeni iznad horizonta za sve korisnike locirane bilo gde na Zemlji i u bilo kom trenutku. GPS-sateliti se kreću u polarnim, približno kružnim orbitama oko Zemlje. Raspoređeni su u šest orbitalnih ravni (po četiri satelita u svakoj), a postoji i "rezervna orbita" u kojoj egzistiraju rezervni sateliti. Orbitalne ravni su eliptičnog oblika velike poluose od oko 26.000 km, sa nagibom (inklinacijom) putanje od 55° u odnosu na ekvator i međusobnim razmakom orbita od 60° po geografskoj dužini. Rad satelita na takvoj visini omogućava da signali prekriju veće područje. Sateliti putuju brzinom od 11.000 km/h, što znači da obiju Zemlju svakih 12 sati. Napajaju se solarnom energijom. Ako dođe do npr. pomrčine i nestanka trenutnog izvora solarne energije, postoje rezervne baterije koje ih održavaju u pogonu. Sateliti imaju i dodatni mali raketni pogon koji ih održava na pravoj putanji.

Osnovna karakteristika GPS sistema jeste da sateliti neprekidno emituju podatke o svom položaju, kao i vreme kad su poslali signal. Ovi podaci su spakovani u, takozvanu, navigacionu poruku. Iz prikupljenih podataka sa četiri, ili više satelita, prijemnik prostornim presekom pravaca određuje svoj trodimenzionalni položaj u okviru datog koordinatnog sistema. Dve osnovne veličine koje GPS meri, su:

- 1) vreme potrebno elektromagnetnom talasu da doputuje od satelita do prijemnika i
- 2) fazni ugao tog elektromagnetnog talasa.

Sateliti emituju radio-sigale pomoću kojih se mogu meriti udaljenosti između satelita i prijemnika. Svaki satelit emituje radio signale male snage na nekoliko frekvencija (označene su sa L1, L2, itd.). Civilni GPS-prijemnici primaju signale ("slušaju") na frekvenciji L1 od 1575,42 MHz UHF-pojava. Satelitski signali su vremenski upravljani preciznim atomskim satovima. Svaki satelit emituje jedinstveni kod koji omogućuje GPS-prijemniku da identifikuje signale.

Kontrolni segment GPS-a čini jedna složena strukturna organizacija opreme i sredstava prevashodno namenjena upravljanju, kontroli i praćenju satelita i njihovog kretanja. Zadatak elemenata strukturnog segmenta je i

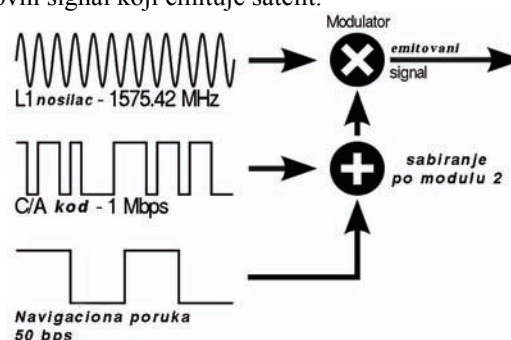
prijem signala emitovanih sa satelita i njihova obrada i analiza, i u skladu sa tim, proizvođenje navigacione poruke koju šalju satelitima radi korekcije putanje kretanja. Kontrolnu komponentu GPS tehnologije čini glavna kontrolna stanica MCS (Master Control Station) u Kolorado Springsu, u SAD-u, četiri zemaljske kontrolne stanice za praćenje satelita i tri stanice (antene) za transfer podataka ka satelitima. Njihovi zadaci su sledeći:

- kontrola satelitskog sistema,
- određivanje GPS sistemskog vremena,
- određivanje putanja i stanja časovnika i
- punjenje satelitskih memorija potrebnim podacima.

Korisnički segment čine sami korisnici, GPS prijemnici, metode merenja, izravnjanje mreže i transformacija koordinata. Postoje dve kategorije korisnika: autorizovani i neautorizovani. U autorizovane se ubrajaju vojska i posebne državne službe. Neautorizovani su svi ostali civilni korisnici širom sveta. GPS prijemnici registruju GPS signale i, na osnovu podataka koje ti signali sadrže u sebi, računaju položaj u prostoru. Svaki GPS prijemnik se sastoji iz dve osnovne grupe elemenata: dela za prijem signala i dela za obradu signala. Osnovni signal koji svaki GPS satelit emituje se dobija modulacijom signala nosioca L1 i kombinacije dva digitalna signala.

Digitalni signal niže frekvencije sadrži navigacionu poruku koja se iznova emituje na svakih 12,5 minuta. Navigaciona poruka je složene strukture i sastoji se od „almanaha“ koji sadrži neobrađene podatke o vremenu atomskog časovnika, zajedno sa informacijom o statusu satelita. Drugi tip podataka u sastavu navigacione poruke je „efemeris“ koji sadrži podatke o orbiti satelita koje omogućavaju prijemniku da izračuna poziciju satelita.

Digitalni signal više frekvencije sadrži pseudoslučajni kod i zove se C/A kod (Coarse-Clear/Acquisition code). To je sekvenca dugačka 1.023 bita koja se ponavlja svake milisekunde. Svaki satelit ima svoju jedinstvenu sekvencu, javno objavljenu, po kojoj se može identifikovati na jednom kanalu prijemnika. Signal C/A namenjen je za civilne potrebe. Na Slici 3. može se videti osnovni signal koji emituje satelit.



Slika 3. Osnovni signal koji emituje GPS satelit

3. PRINCIP RADA GPS-A

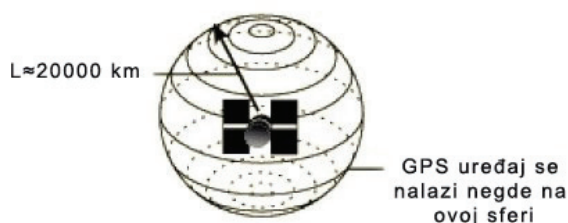
GPS sateliti ne prate korisnika, niti „znaju“ gde se on nalazi. Mnogima deluje logičnije da GPS uređaj šalje nešto što sateliti vide pa onda jave korisniku njegov položaj, ali to bi bilo mnogo komplikovanije uraditi od stvarnog rešenja. U slučaju GPS sistema nije tako – sistem je zasnovan na obrnutoj situaciji u kojoj korisnik zna gde se sateliti nalaze i na osnovu njihovih položaja računa gde se nalazi na Zemlji.

GPS za određivanje svoje pozicije oslanja se na informacije koje dobija od navigacionih satelita. Svaki satelit emituje signal kojim se identifikuje, saopštava svoju poziciju i vreme kada je emitovao signal. GPS prijemniku je to dovoljno. Radio-signal se kreće kroz prostor brzinom približnom brzini svetlosti. Razlika u vremenu kada je signal emitovan i vremenu kada je primljen direktno ukazuje koji je put signal prešao, a to je rastojanje od satelita do prijemnika. Merenjem vremena, GPS prijemnik u stvari određuje rastojanje, zato je tačnost merenja vremena ključna u tačnosti GPS navigacije. Greška od jedne stotinke u merenju, prouzrokuje grešku u određivanju lokacije za 3.000 kilometara. Zapravo, GPS prijemnik svoj položaj određuje merenjem udaljenosti od tri ili četiri satelita, uračunavajući vremensko kašnjenje koje nastaje dok radio signal, koji sadrži informacije o lokaciji satelita, putuje do prijemnika brzinom svetlosti, dakle 300.000 kilometara u sekundi, pa im do tla treba 0,08 sekundi [2].

Pošto na jednom mestu imamo podatke o položaju satelita i o njihovoj razdaljini od prijemnika, prijemnik zahvaljujući trilateraciji može da izračuna svoj položaj.

Ovaj metod, kao i triangulacija, u proračunu koristi trigonometriju trougla. Triangulacija je metod koji se zasniva na pravilu da ako znate pozicije tri tačke A, B i C i utvrdite rastojanje tačke X od ove tri tačke, lako možete odrediti poziciju tačke X: ona se nalazi na mestu gde se seku zamišljene kružnice čiji su centri u tačkama A, B i C, a imaju poluprečnike koji odgovaraju rastojanjima tih tačaka od tačke X. Međutim, stvar sa GPS-om je komplikovanija, zato što on određuje svoju poziciju u trodimenzionalnom prostoru i praktično je vrlo redak slučaj da se GPS i sateliti nalaze u jednoj ravni. Za razliku od triangulacije za koju je potrebno da je poznat ugao i najmanje dve dužine stranica trougla, trilateracija koristi podatke o jednoj stranici zamišljenog trougla i njegovim uglovima. Oni su dovoljni da se izračunaju ostale veličine. Ukoliko nam je poznato rastojanje prijemnika od četiri satelita, položaj ćemo odrediti tako što oko svakog satelita opišemo sferu čiji je poluprečnik jednak njegovoj udaljenosti od prijemnika.

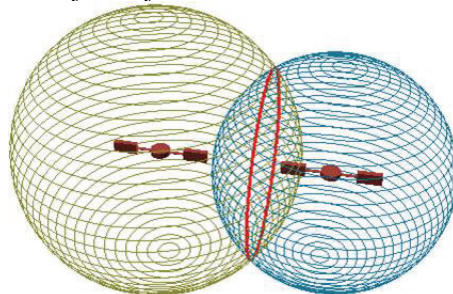
Slučaj prvi: imamo jedan satelit i GPS uređaj (prikazano na **Slici 4.**). GPS uređaj izračuna da se nalazi na nekom rastojanju L od satelita. Na osnovu takve informacije možemo da zaključimo da se GPS prijemnik nalazi na bilo kojoj tački koja je od satelita na udaljenosti L , a to daje sferu poluprečnika L u čijem centru se nalazi satelit.



Slika 4. Jedan satelit i sfera

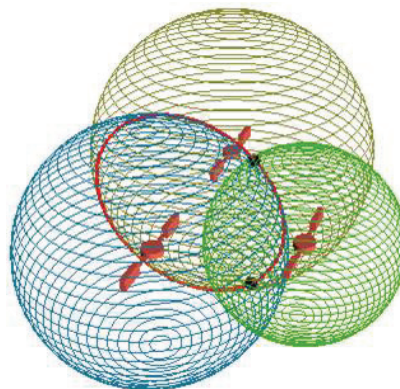
Slučaj drugi: imamo dva satelita i GPS uređaj (prikazano na **Slici 5.**). Sada znamo rastojanje L od GPS-a do prvog satelita i M od GPS uređaja do drugog satelita. Prema prvom slučaju možemo zamisliti sfere oko oba satelita, jedna poluprečnika L , a druga poluprečnika M . GPS

uređaj može da se nalazi na bilo kojoj tački gde se te dve sfere seku, a presek između dve sfere je kružnica, odnosno veliki broj tačaka koje čine kružnicu, a na kojima GPS prijemnik, tj. korisnik može da se nalazi. Neke tačke bismo mogli da odbacimo kao nemoguće zato što se ne nalaze dovoljno blizu površine Zemlje, ali i dalje imamo mnogo mogućih tačaka i nikakvu mogućnost da zaključimo koje od njih da odbacimo.



Slika 5. Dva satelita i presek sfera

Slučaj treći: imamo tri satelita i GPS uređaj (prikazano na **Slici 6.**). Dva satelita će dati kružnicu kao zbir tačaka na kojima GPS prijemnik može da bude, a zamišljena sfera trećeg satelita će tu kružnicu preseći na dva mesta i tada ćemo dobiti dve tačke na kojima GPS uređaj može da se nalazi. Imaćemo dve zajedničke tačke u kojima se seku sve tri sfere. Iako su moguća dva položaja oni se znatno razlikuju po koordinatama. Jedna od tačaka je obično negde u svemiru, čime je isključena kao tačan odgovor. Ovim je naš položaj precizno određen na osnovu preseka dužina sa tri satelita. Tri satelita su već dovoljna za određivanje pozicije, ali za dodatnu preciznost uvodimo i četvrti satelit.



Slika 6. Tri sfere i presek

Slučaj četvrti: imamo četiri satelita i GPS uređaj. Tri satelita će dati dve tačke na kojima GPS može da se nalazi. Samo jedna od te dve tačke će se nalaziti i na sferi četvrtog satelita, tako da ćemo na taj način znati koja od dve tačke je ona prava. Četvrti satelit se takođe koristi i za korekciju sata. Korekcija časovnika je neophodna, zato što za razliku od časovnika na satelitima koji su usklađeni sa atomskim vremenom, vreme u GPS uređaju određuje običan jeftini kvarcni časovnik, koji je dovoljno neprecizan da izazove velike greške.

4. PRIMENA GPS-A U PRAĆENJU VOZILA

Osnovna uloga GPS prijemnika jeste da vozačima obezbedi maksimalan komfor pri vožnji nepoznatim putevima ili gradovima, a sastoji se u tome da vozač samo izabere lokaciju do koje treba da stigne i uređaj će sam

(uz precizan prikaz položaja vozila u realnom vremenu na mapi), odrediti optimalan put do tražene lokacije i na vreme obavještavati vozača o manevrima koje usput treba da izvrši.

Sistemi za praćenje vozila mogu se podeliti u dve osnovne grupe, u zavisnosti od toga da li se podaci o poziciji vozila dobijeni od strane GPS uređaja čuvaju u memoriji samog uređaja za praćenje (Off-line), a zatim naknadno u kontrolnom centru iščitavaju iz njega i naknadno obrađuju, ili se veza kontrolnog centra (baze) i uređaja u vozilu održava stalno (On-line) [1].

Osnovna prednost On-line sistema predstavlja mogućnost praćenja vozila u realnom vremenu iz kontrolnog centra. Pored ovoga, moguće je i praćenje bitnih pokazatelja rada motora (broj obrtaja, pritisak ulja, temperatura rashladne tečnosti), praćenje trenutne brzine kretanja, naglih kočenja, naglih ubrzavanja, a sve u cilju nadgledanja i kontrole vozača radi unapređenja načina vožnje, smanjenja mogućnosti nesreća i ukupnog smanjenja troškova.

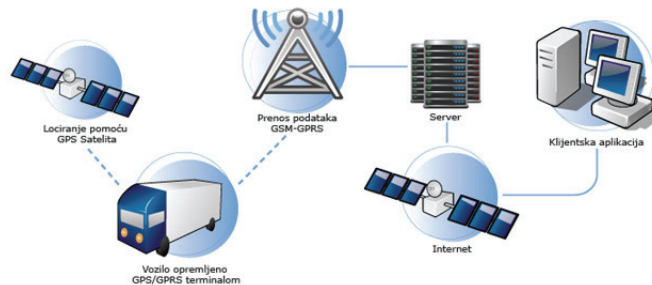
Postoje i posebni sistemi koji pored praćenja vozila u realnom vremenu prate i kontrolišu neke druge parametre kao što su: zatvorenost vrata vozila, zatvorenost prozora, poklopca motora, poklopca rezervoara za gorivo, stanje alarmnog sistema, a po potrebi mogu da aktiviraju blokadu motora, alarm, sirenu, pokazivače pravca i neke druge sisteme u zavisnosti od opreme, a sve u cilju zaštite vozila od krađe. Sisteme za praćenje vozila mogu da koriste špedicije i transportna preduzeća, javna preduzeća, taksi službe, kurirske službe, agencije koje se bave zaštitom vozila, preduzeća koja imaju veliki broj radnika na terenu kao što su komercijalisti, servisne službe ili udruženja i preduzeća čija je delatnost pružanje bilo kakvih servisnih usluga, kao npr. auto-moto savezi. Prednosti prilikom upotrebe ovih sistema su mnogobrojne.

Najbrže se oseti ušteda na potrošnji goriva kroz drastičan pad pređene kilometraže. Prosečno po voznom parku, sredstva koja se izdvajaju za gorivo, smanje se u proseku za 20-40%. Direktna posledica smanjenja pređene kilometraže je smanjenje troškova za održavanje vozila. Pored toga, ovim sistemom je omogućen trenutni uvid gde se vozila nalaze, pa tako i blagovremeno planiranje i organizacija prevoza.

Vrlo lako se stiče i uvid u iskorišćenost vozila, gde se za svako vozilo, u određenom periodu, može imati precizna statistika, koliko je radnih sati vozilo bilo angažovano. Povećava se nivo bezbednosti vozila.

Ukoliko se na primer ukrade vozilo neke kurirske službe, puno robe koju prevozi, uz brzu i efikasnu saradnju policije i kontrolnog centra, vozilo se može locirati i vratiti u rekordnom roku. Sistemi za daljinsko praćenje vozila koriste više različitih uslužnih servisa kao što su GPS – za određivanje tačne lokacije, GPRS – za prenos podataka, Internet i lokalnu računarsku mrežu – za vizuelni prikaz preko Web, ili Desktop aplikacije. Aktiviranje sistema se ogleda u povezivanju bežičnog modema sa GPS prijemnikom, računarom u vozilu (ukoliko se prate parametri rada motora), GPS i GSM antenom i glavnim i rezervnim izvorom napajanja. Sam GPS prijemnik vrši novo pozicioniranje vozila svake sekunde, a u zavisnosti od podešenosti parametara iz kontrolnog centra na svakih 10 sekundi pa do nekoliko sati, GPRS porukom korišćenjem GSM mreže, modem obavestava kontrolni centar o trenutnom stanju vozila

(geografske koordinate, trenutna brzina, i drugi parametri). Korisnici sistema, koristeći web aplikaciju mogu pratiti svoja vozila u realnom vremenu, pregledati istoriju kretanja svakog vozila pojedinačno, pregledati izveštaje o pređenom putu (kilometraži), periodima stajanja, prekoračenjima brzine i sl. za sva vozila, grupu ili pojedinačno u periodu koji sami izaberu. Na Slici 7. može se videti primer sistema za praćenje vozila.



Slika 7. Sistem za praćenje vozila

5. ZAKLJUČAK

Razvoj i primena satelitskih navigacionih sistema dostigli su toliki stepen da zadiru u sve sfere privrede i ekonomije razvijenih zemalja, postajući jedan od najvećih zamajaca njihovog razvoja. Ovi sistemi osiguravaju veću sigurnost i efikasnost u svim vrstama transporta, omogućavaju povećanje ekonomskog prosperiteta, napredak u industriji i opšte poboljšanje kvaliteta življenja. Raspon mogućih primena satelitskih navigacionih sistema je neizmerno širok. Procene su da trenutno oko dve milijarde ljudi koristi GPS usluge, a veruje se da će do 2020. godine taj broj biti udvostručen. Američki naučnik iz Bostona, Eliot D. Kaplan naveo je da je danas GPS za poziciju ono što je časovnik za vreme.

6. LITERATURA

- [1] Miroslav Demić, Đorđe Diligenski, *Satelitsko praćenje vozila*, Beograd, 2006.
- [2] Slobodan M. Radojević, Jovica T. Ćurčić, *Razvoj globalnih satelitskih navigacionih sistema*, Vojnotehnički glasnik 3, Beograd, 2009.
- [3] Dragan Blagojević, *Satelitska geodezija; Uvod u NAVSTAR GPS*, pisana predavanja, Beograd, 2007.

Kratka biografija:



Borislav Vukov rođen je u Zemunu 1977. godine. Diplomski-master rad odbranio je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

ANALIZA PARAMETARA SAOBRAĆAJNOG TOKA NA NESIGNALISANIM PEŠAČKIM PRELAZIMA**ANALYSIS OF TRAFFIC FLOW PARAMETERS ON UNSIGNALIZED PEDESTRIAN CROSSINGS**

Luka Srđić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu analiziran je postupak određivanja nivoa usluge na pešačkim prelazima koji se nalaze na nesignalisanim raskrsnicama, kao i na izdvojenim nesignalisanim pešačkim prelazima. Postupak koji se koristi za određivanje nivoa usluge na pešačkim prelazima primenjuje se u zadnjih nekoliko godina. U inženjerskoj praksi najčešće se koristi postupak koji je dat u HCM 2010, prema kome se nivo usluge pešačkih tokova određuje na osnovu vremenskih gubitaka. U okviru proračuna vremenskih gubitaka neophodno je usvojiti veći broj parametara za koji su u HCM 2010 date preporuke. U okviru istraživanja izvršena su merenja parametara koji se koriste u postupku proračuna vremenskih gubitaka u realnim uslovima i upoređeni su sa preporukama koje su date u HCM 2010.

Abstract – This work analyzes the procedure of determining the level of service on pedestrian crossings that are on unsignalized intersections, as well as in isolated unsignalized pedestrian crossings. The procedure used to determine the level of service on pedestrian crossings is applied in the last few years. In engineering practice, the most commonly used procedure given in the HCM 2010, under which the service level of pedestrian flow is determined on the basis of time loss. In the calculation of time loss is necessary to adopt a number of parameters that are in the HCM 2010 recommendations. In the study, measurements were made of parameters used in the calculation of losses in real-time conditions and are compared with the recommendations given in the HCM 2010.

Ključne reči: LOS (nivo usluge), prihvatljivi interval, stepen propuštanja pešaka

1. UVOD

Raskrsnice, kao što je poznato, predstavljaju kritična mesta na putu i imaju ograničavajući uticaj na odvijanje saobraćaja na putnoj i uličnoj mreži, a to se posebno odnosi na prioritetne raskrsnice na kojima se po pravilu javlja veliki broj presecanja sukobljenih tokova. Prioritetne raskrsnice su najčešći tip ukrštanja na mreži drumskih saobraćajnica. To su obično četvorokrake ili trokrake raskrsnice na kojima se saobraćajnim znacima

određuje pravo prolaza za vozila sa puteva koji se susreću u raskrsnici. Jednom pravcu koji se proglašava za glavni put daje se prioritet, a vozila sa sporednog puta se obavezuju na ustupanje prvenstva prolaza vozilima sa glavnog puta [1].

U okviru rada izvršeno je istraživanje u Zrenjaninu. Radi utvrđivanja karakteristika saobraćajnih i pešačkih tokova, snimljena je jedna nesignalisana raskrsnica Ulice Vojvode Petra Bojovića, Žitni Trg i Ulice Koče Kolarova i jedan izdvojeni nesignalisani pešački prelaz u Ulici Kralja Petra I. Na nesignalisanoj raskrsnici je izvršeno snimanje saobraćaja dana 08.03.2013. god. u vremenskom periodu od 11-15h. Na izdvojenom nesignalisanom pešačkom prelazu je izvršeno snimanje saobraćaja dana 20.03.2013. god. u vremenskom periodu od 14-16h. Nesignalisana raskrsnica i izdvojeni nesignalisani pešački prelaz se nalaze u neposrednoj blizini glavne gradske magistrale, kao i u centru Zrenjanina.

Cilj rada je da se uporede vrednosti nivoa usluge za pešačke tokove na pešačkim prelazima dobijeni prema preporukama iz HCM 2010 i na osnovu vrednosti izmerenih parametara određenih istraživanjem na terenu.

2. UTVRĐIVANJE NIVOA USLUGE (LOS) ZA PEŠAČKE TOKOVE NA PEŠAČKIM PRELAZIMA PREMA POSTUPKU HCM 2010

Nivo usluge za pešake na površinskim prioritetnim raskrsnicama je definisan na pešačkim prelazima na glavnom putnom pravcu gde saobraćajni tok nije regulisan saobraćajnim znakom II-2 "STOP", kao i na pešačkim prelazima sa razdelnim ostrvom, gde pešaci prelaze kolovoz u dve faze. Tipični predstavnici ovakvih raskrsnica su četvorokrake i trokrake raskrsnice. Za kvalitativno definisanje nivoa usluge kod pešačkih kretanja služe vremenski gubici koji se kao glavni kriterijum odnose na čekanje na prelazak kolovoza. U tabeli 1. dati su kriterijumi za određeni nivo usluge za pešake sa opisima uslova toka pešaka. [2]

Tabela 1. LOS prema vremenu čekanja na prelazak kolovoza

LOS	Vremenski gubici (s/pešaku)
A	0-5
B	5-10
C	10-20
D	20-30
E	30-45
F	>45

Postupak HCM 2010 za proračun LOS-a za pešake odnosi se na površinske prioritetne raskrsnice gde pešaci na

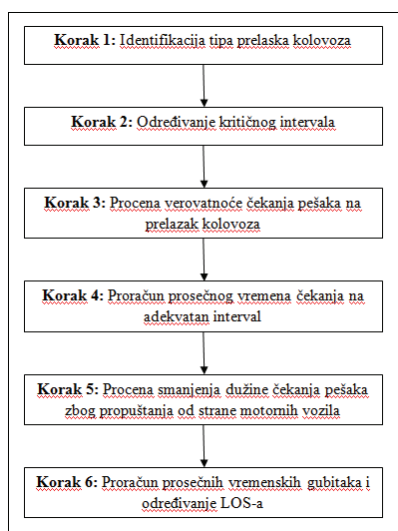
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović.

glavnom putnom pravcu prelaze najviše 4 saobraćajne trake. Analiza ne daje relevantne rezultate za saobraćajnice bez fizički razdvojenih kolovoza koje sadrže više od 4 saobraćajne trake, ali se može prilagoditi za slučaj kada svaki od fizički razdvojenih kolovoza sadrži po 4 saobraćajne trake. Primenjen postupak pretpostavlja slučajne dolaske vozila i njihovu jednaku distribuciju za svaki smer kretanja i svaku saobraćajnu traku. Uzima u obzir izolovane raskrsnice kod kojih se ne oseća uticaj signalisanih raskrsnica, one koje su na udaljenosti većoj od 400 m od najbliže signalisane raskrsnice.

Postupak analize LOS-a za pešake ne uzima u obzir pešačke tokove koji se javljaju na sporednim prilazima raskrsnice. Pretpostavlja se da pešaci na sporednim prilazima raskrsnice prelaze preko pešačkog prelaza bez vremenskih gubitaka. U slučajevima kada se na sporednim prilazima raskrsnice javlja veliki intenzitet pešačkih tokova, ova pretpostavka ne može biti prihvatljiva.

Postupak za proračun nivoa usluge za pešake obuhvata seriju koraka koji zahtevaju ulazne podatke koji se odnose na intenzitet saobraćajnih tokova, geometrijske uslove, stepen propuštanja pešaka od strane vozila. Ovi podaci se koriste za proračun prosečnih vremenskih gubitaka za pešake prilikom čekanja na prelazak kolovoza. Konkretni koraci prikazani su na slici 1.



Slika 1. Koraci za određivanje LOS-a

Korak 1: Identifikacija tipa prelaska kolovoza

U slučaju postojanja razdelnog ostrva, pešaci po pravilu prelaze kolovoz u dve faze. Odluku da li će razdelno ostrvo postojati donose inženjeri. Glavno pitanje je da se utvrdi da li pešaci prelaze kolovoz u jednoj ili u dve faze. Kada pešaci prelaze kolovoz u dve faze, vremenske gubitke bi trebalo računati odvojeno za svaku fazu posebno upotrebom procedure opisane u koracima od 2 do 6. Za određivanje nivoa usluge, vremenski gubici za svaku fazu služe za proračun ukupnih vremenskih gubitaka koji se odnose na čekanje na prelazak cele saobraćajnice.

Korak 2: Određivanje kritičnog intervala

Kritični interval je vreme u sekundama ispod kojeg pešak neće pokušati da započne prelazak ulice. Pešaci koriste svoje pravo da odrede da li je postojeći interval sleđenja

između vozila dovoljno dug za njihov bezbedan prelazak kolovoza. Ako je taj interval duži od kritičnog, pešak će započeti prelazak, u suprotnom, pešak neće započeti prelazak kolovoza.

Za pojedinačnog pešaka, kritični interval se računa po formuli:

$$t_c = \frac{L}{S_p} + t_s \quad (1)$$

Kritični interval za grupu pešaka se određuje:

$$t_{c,G} = t_c + 2(N_p - 1) \quad (2)$$

Korak 3: Procena verovatnoće čekanja pešaka na prelazak kolovoza

Na osnovu proračuna kritičnog intervala, verovatnoća da pešak neće biti izložen čekanju jednaka je verovatnoći da će se pešak odmah nakon dolaska na raskrsnicu susresti sa intervalom dužim ili jednakim kritičnom. Uz pretpostavku da su dolasci vozila slučajni i jednaku distribuciju vozila u svim saobraćajnim trakama, verovatnoća pojave intervala koji premašuje kritični u bilo kojoj traci može biti procenjena Poasonovom raspodelom. Verovatnoća da interval u odgovarajućoj traci ne premašuje kritični interval (verovatnoća blokiranosti trake), prikazana je formulom (3). Pošto se saobraćaj u svim trakama odvija nezavisno, formula (4) pokazuje verovatnoću da će pešak čekati na prelazak kolovoza kad pristigne na raskrsnicu.

$$P_b = 1 - e^{-\frac{t_{c,G} \cdot V}{L}} \quad (3)$$

$$P_d = 1 - (1 - P_b)^L \quad (4)$$

Korak 4: Proračun prosečnog vremena čekanja na adekvatan interval

Istraživanje pokazuje da prosečni vremenski gubici za pešake na nesignalisanom pešačkom prelazu, uz pretpostavku da motorna vozila ne staju da propuste pešake i da je pešak prinuđen da čeka na adekvatan interval, zavise od veličine kritičnog intervala, rastojanja sleđenja vozila i veličine protoka vozila na razmatranom pešačkom prelazu. Prosečna dužina čekanja pešaka na adekvatan interval za prelazak kolovoza je:

$$d_g = \frac{1}{v} (e^{v \cdot t_{c,G}} - v \cdot t_{c,G} - 1) \quad (5)$$

Prosečno vreme čekanja za bilo kojeg pešaka, koji nije u mogućnosti da pređe kolovoz odmah nakon pristizanja na raskrsnicu je:

$$d_{gd} = \frac{d_g}{P_d} \quad (6)$$

Korak 5: Procena smanjenja dužine čekanja zbog propuštanja pešaka od strane motornih vozila

Jednačina (5) procenjuje dužinu vremena čekanja pešaka kada se motorna vozila ne zaustavljaju da propuste pešake. Kada je stepen propuštanja pešaka od strane motornih vozila značajno iznad nule, pešaci će iskusiti značajno manje vremenske gubitke od onih procenjenih formulom (5).

Stepen propuštanja pešaka od strane motornih vozila je uslovljen brojnim faktorima kao što su geometrija puta, brzina kretanja vozila, regulacija saobraćaja na pešačkim prelazima, lokalna saobraćajna kultura, sprovođenje zakonskih propisa, itd.

Prosečno vreme čekanja pešaka može se izračunati u jednačini (7), gde se prvi deo jednačine odnosi na očekivane gubitke kada se prelazak kolovoza događa uz propuštanje vozila, a drugi deo kada pešak čeka na adekvatan interval.

$$d_p = \sum_{i=1}^n h(i-0.5)P(Y_i) + \left(P_d - \sum_{i=1}^n P(Y_i) \right) d_{gd} \quad (7)$$

Korak 6: Proračun prosečnih vremenskih gubitaka i određivanje LOS-a

Tabela 1. pokazuje kriterijume za određene nivoe usluga za pešake na pešačkim prelazima površinskih prioritetnih raskrsnica bazirane na vremenima čekanja. Vremenski gubici na prioritetnim raskrsnicama sa dve faze prelaska kolovoza jednaki su sumi gubitaka za svaku fazu prelaska posebno.

3. KARAKTERISTIKE SAOBRAĆAJNIH TOKOVA

Saobraćajno opterećenje se definiše kao broj vozila (i/ili pešaka) koja u određenom vremenskom intervalu prolaze ili se očekuje da će proći kroz određeni putni presek. Očigledno je da treba razlikovati dva stanja: postojeće i planirano.

Na osnovu postojećeg saobraćajnog opterećenja preduzimaju se neposredne akcije u regulisanju saobraćaja. Ovi podaci koji se dobijaju brojanjem saobraćajnih tokova svih relevantnih vidova prevoza na gradskoj putnoj mreži služe i kao osnova za analizu postojećih odnosa i utvrđivanje zakonitosti budućeg razvoja [3].

Na nesignalisanoj raskrsnici Ulice Vojvode Petra Bojovića, Žitni Trg i Ulice Koče Kolarova u vremenskom periodu od 11-15h je preko raskrsnice prošlo ukupno 4418 PAJ. Vršno časovno opterećenje je od 13-14h, kada je preko nesignalisane raskrsnice prešlo ukupno 1136 PAJ. Preko pešačkog prelaza 1 je u vremenskom periodu od 11-15h prešlo ukupno 2302 pešaka, dok je preko pešačkog prelaza 2 u istom periodu prešlo ukupno 1405 pešaka.

Na izdvojenom nesignalisanom pešačkom prelazu u Ulici Kralja Petra I u vremenskom periodu od 14-16h je preko pešačkog prelaza prošlo ukupno 1289 PAJ, dok je preko pešačkog prelaza prešlo ukupno 902 pešaka. Vršno časovno opterećenje je od 14-15h, kada je preko pešačkog prelaza prešlo ukupno 717 PAJ.

4. POREĐENJE REZULTATA LOS-a NA PEŠAČKIM PRELAZIMA DOBIJENIH PREMA PREPORUKAMA IZ HCM 2010 I DOBIJENIH NA OSNOVU VREDNOSTI IZMERENIH PARAMETARA ODREĐENIH ISTRAŽIVANJEM NA TERENU

U tabeli 2. je prikazan kratak pregled vremenskih gubitaka i LOS-ova na pešačkim prelazima koji su dobijeni primenom postupka HCM 2010.

Tabela 2. Prikaz rezultata LOS-a i vremenskih gubitaka dobijenih primenom postupka HCM 2010

Pešački prelaz	Vršni period (h)	Vremenski gubici (s/pešaku)	LOS
1	13-14	7,38	B
2	13-14	11,87	C
INPP	14-15	17,65	C

U tabeli 3. je prikazan kratak pregled vremenskih gubitaka i LOS-ova na pešačkim prelazima koji su dobijeni primenom vrednosti izmerenih parametara određenih istraživanjem na terenu.

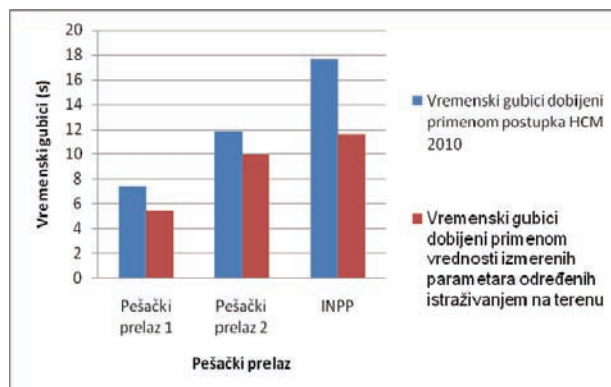
Tabela 3. Prikaz rezultata LOS-a i vremenskih gubitaka dobijenih primenom vrednosti izmerenih parametara određenih istraživanjem na terenu

Pešački prelaz	Vršni period (h)	Vremenski gubici (s/pešaku)	LOS
1	13-14	5,43	B
2	13-14	10	B
INPP	14-15	11,57	C

Primenom postupka HCM 2010 na pešačkom prelazu 1 dobijeni su vremenski gubici od 7,38s i LOS B. Primenom vrednosti izmerenih parametara određenih istraživanjem na terenu na pešačkom prelazu 1 se dobijaju vremenski gubici od 5,43s i u ovom slučaju je LOS B, ali su dobijeni vremenski gubici manji za 1,95s.

Primenom postupka HCM 2010 na pešačkom prelazu 2 dobijeni su vremenski gubici od 11,87s i LOS C. Primenom vrednosti izmerenih parametara određenih istraživanjem na terenu na pešačkom prelazu 2 se dobijaju vremenski gubici od 10s i u ovom slučaju je na pešačkom prelazu 2 LOS B. Korišćenjem izmerenih parametara dobijeni su vremenski gubici manji za 1,87s.

Primenom postupka HCM 2010 na izdvojenom nesignalisanom pešačkom prelazu dobijeni su vremenski gubici od 17,65s i LOS C. Primenom vrednosti izmerenih parametara određenih istraživanjem na terenu na izdvojenom nesignalisanom pešačkom prelazu se dobijaju vremenski gubici od 11,57s i u ovom slučaju je LOS C, ali su dobijeni vremenski gubici manji za 6,08s.



Grafik 1. Poređenje vremenskih gubitaka na pešačkim prelazima dobijenih na osnovu HCM 2010 i na osnovu izmerenih parametara određenih istraživanjem na terenu

Prilikom proračuna vremenskih gubitaka na pešačkim prelazima korišćenjem preporučenih vrednosti parametara iz HCM 2010, na sva tri pešačka prelaza su dobijeni veći vremenski gubici od onih koji su izračunati na osnovu vrednosti izmerenih parametara određenih istraživanjem na terenu, kao što se može videti na grafiku 1.

5. ZAKLJUČAK

Nivo usluge za pešake na površinskim prioritetnim raskrsnicama je definisan na pešačkim prelazima na glavnom putnom pravcu, dok postupak analize nivoa usluge za pešake ne uzima u obzir pešačke tokove koji se javljaju na sporednim prilazima raskrsnice. Najčešće se za određivanje nivoa usluge koristi postupak koji je dat u HCM 2010, prema kome se nivo usluge pešačkih tokova određuje na osnovu vremenskih gubitaka. Da bi se mogao odrediti nivo usluge za pešake prema postupku HCM 2010, potrebno je da su poznati sledeći ulazni podaci: intenzitet saobraćaja, dužina pešačkog prelaza, broj saobraćajnih traka, brzina kretanja pešaka, zaštitno vreme za pešaka, podatak o tome da li pešak prelazi kolovoz sam ili u grupi, kao i stepen propuštanja pešaka od strane motornih vozila.

Prema preporukama iz HCM 2010, vrednost stepena propuštanja pešaka od strane motornih vozila zavisi samo od podatka da li su pešački prelazi obeleženi ili ne. Za pešačke prelaze koji su jasno i vidno obeleženi preporučena je vrednost 50%, dok je za neobeležene pešačke prelaze preporučena vrednost 0%. U okviru istraživanja izvršeno je merenje stepena propuštanja pešaka od strane motornih vozila na sva tri pešačka prelaza i dobijene su sledeće vrednosti:

- na pešačkom prelazu 1, izmerena vrednost stepena propuštanja pešaka od strane motornih vozila je 36,9%,
- na pešačkom prelazu 2, izmerena vrednost stepena propuštanja pešaka od strane motornih vozila je 21,46%, i
- na izdvojenom nesignalisanom pešačkom prelazu, izmerena vrednost stepena propuštanja pešaka od strane motornih vozila je 28,31%.

U okviru istraživanja izvršeno je i merenje prihvatljivog intervala za pešake na sva tri pešačka prelaza. Vrednost prihvatljivog intervala za pešake koja se koristi za proračun nivoa usluge je uzeta kao 85% vrednost prihvaćenih intervala i dobijeni su sledeći rezultati:

- na pešačkom prelazu 1, izmerena vrednost prihvatljivog intervala za pešake iznosi 7,5s,
- na pešačkom prelazu 2, izmerena vrednost prihvatljivog intervala za pešake iznosi 7,21s, i

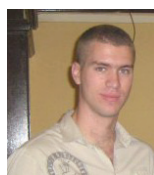
- na izdvojenom nesignalisanom pešačkom prelazu, izmerena vrednost prihvatljivog intervala za pešake iznosi 8,27s.

Vrednost izmerenih parametara saobraćajnog toka na pešačkim prelazima je manja od vrednosti tih parametara dobijenih prema postupku HCM 2010. Prema tome, pošto su izmerene vrednosti parametara saobraćajnog toka manje, proračunom se dobijaju i manji vremenski gubici na pešačkim prelazima, odnosno dobija se bolji nivo usluge na pešačkim prelazima.

6. LITERATURA

- [1] Đorđević, T., Bogdanović V.: Kapacitet putnih i uličnih ukrštanja, Prioritetne raskrsnice, FTN, Novi Sad, 2002.
- [2] Highway Capacity Manual 2010, Chapter 19/Two-Way Stop-Controlled Intersections, Decembar 2010.
- [3] Maletin, M., Planiranje i projektovanje saobraćajnica u gradovima, Beograd, 2005.
- [4] Fitzpatrick, K, Turner, S, Brewer, M., et. al., Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossings, TCRP REPORT 112/NCHRP REPORT 562, Washington, D.C., 2006.
- [5] Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, Washington, D.C., 2000.
- [6] Frederick, M., Manager Transportation, City of St. Petersburg, FL., and Dr. Ron Van Houten, Vice President – Center for Education and Research in Safety, 2008.
- [7] Yanis, G., Papadimitriou, E., Theofilatos A., Pedestrian gap acceptance for mid-block street crossing, Greece, 2010.
- [8] Highway Capacity Manual 2010, Chapter 19/Two-Way Stop-Controlled Intersections, Decembar 2010.
- [9] Kuzović, Lj., Bogdanović, V., Teorija saobraćajnog toka, FTN Novi Sad, 2010.

Kratka biografija:



Luka Srdić rođen je u Zrenjaninu 1987. godine. Fakultet tehničkih nauka je upisao 2006 godine na odseku za Saobraćaj – smer Drumski saobraćaj. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2013. godine.

БРЗИНА КАО ФАКТОР БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**SPEED AS A FACTOR OF ROAD SAFETY**

Младен Матовић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Брзина је идентификована као кључни фактор ризика од повреда у друмском саобраћају, она утиче како на ризик од настанка саобраћајне незгоде у друмском саобраћају тако и на тежине повреда које произилазе из њих. Веће брзине доводе до већег ризика од настанка саобраћајних незгода као и веће вероватноће да ће доћи до озбиљнијих повреда.

Abstract – Speed has been identified as a key risk factor for road traffic injury, it affects both the risk of accidents in road traffic and the severity of injuries that result from them. Higher speeds lead to greater risk of accidents as well as increased the probability of serious injury.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, брзина, саобраћајне незгоде.

1. УВОД

У 2004., око 1,2 милиона људи је погинуло у саобраћајним незгодама, а чак 50 милиона је повређено (Peden et al., 2004). То значи да за мање од нпр. 8 година целокупно становништво Шведске погине на путевима у свету. Рањиви у саобраћају (нпр. пешаци, бициклисти, мотоциклисти) у сиромашним и средње развијеним земљама су веома заступљени у броју погинулих и повређених у саобраћајним незгодама. Старији, деца и инвалиди су посебно рањиви.

Брзина је један од основних фактора ризика у саобраћају. Многи возачи често прекорачују постављена ограничења брзине. Често возачи намерно возе брже него што је то дозвољено ограничењем, а фактори који утичу на то су журба, задовољство, или потреба да се прилагоде другим учесницима у саобраћају.

Што се брже вози већа је вероватноћа за настанак саобраћајне незгоде и већи је ризик од настанка озбиљнијих повреда.

Тачан однос између брзине и саобраћајних незгода зависи од многих фактора. Озбиљност повреда путника у возилу у случају незгоде, на пример, није само одређена брзином у тренутку незгоде већ и масовним разликама између возила.

Веће брзине вожње такође пружају мање времена за обраду информација и реаговање што доводи до повећања пута кочења. Тако је могућност избегавања саобраћајне незгоде мања.

2. БРЗИНА КАО ФАКТОР БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Коју год теорију неко користи да опише факторе који изазивају или доприносе саобраћајним незгодама постоји јака сагласност унутар истраживачке заједнице да је пребрза вожња понашање које доприноси и по броју и по исходу саобраћајних незгода. Ово поглавље се бави проблемом прекомерне брзине (вожња изнад прописаног ограничења брзине) као и негативним ефектима брзине. Вожња прекомерном брзином је масовна појава у коју је укључена већина возача и која је повезана са трендовима у побољшању перформанси моторних возила и саобраћајне инфраструктуре. Прекомерна брзина је евидентна на целој путној мрежи и она представља заједнички проблем за све државе.

Разлика између прекомерне (недозвољене) брзине и неприлагођене брзине може бити резимирана овако: "...на основу ограничења брзине само веће брзине су представљене као недозвољене, док се оставља могућност возачима да у оквиру дозвољених ограничења брзине одлуче која је брзина одговарајућа" (ETSC, 1995).

Прекомерна брзина се односи само на случајеве када возила путују већом брзином од правно-проглашеног ограничења брзине. Постоји неколико нивоа "прекомерне брзине":

1. вожња брзином преко прописаног ограничења брзине, али унутар 10 km/h
2. вожња брзином од 10-25 km/h преко прописаног ограничења брзине
3. вожња брзином од преко 25 km/h преко прописаног ограничења брзине.

Док (3) ниво вожње суштински доноси више ризика, постоји неколицина возача који возе овим брзинама. Насупрот томе, (1) ниво вожње је много више уобичајан, зато што је у суштини мање ризичан од осталих нивоа.

Неприлагођена брзина се односи на случајеве када се возила крећу брзином која је неприлагођена саобраћајним условима и условима на путу који преовлађују у то време. Овде, возачи могу да возе и мањом брзином него што је прописано ограничењем брзине, али са повећаним ризиком с обзиром на околности (нпр. у областима са великим бројем пешака где је прописано ограничење брзине 60 km/h). Прекомерна брзина је распрострањен друштвени феномен у многим земљама. Велики број учесника у саобраћају вози изнад ограничења постављених од стране националних и локалних власти на свим типовима путева: градским и међуградским.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

Мора се правити разлика између оних возача који возе неколико km/h изнад ограничења брзине (већина возача) и оних који возе претерано изнад ограничења брзине, што обично подразумева мали проценат возача.

Обим прекомерне брзине, бар за мрежу аутопутева, је несумњиво повезана са повећањем перформанси возила. Проблем прекомерне брзине повећавао се током година јер максимална брзина коју су нови аутомобили у стању да остваре, у многим случајевима, је двапут већа од постојећих ограничења брзине у ванградским подручјима. Многи модерни аутомобили сада су у стању да лако достигну велике брзине, што није био случај када су ограничења брзине први пут представљена. Због тога је већи изазов убедити возаче да возе у оквиру постојећих ограничења брзине. Пре свега што је током предходних деценија значајно повећана удобност у вожњи. Ниво буке и вибрација у возилима при великим брзинама је значајно смањен. Ово је нарочито случај за веће и теже аутомобиле, али то важи и за мања возила. Дакле, такви сигнали пребрзе вожње су скоро потпуно нестали. Такође се током година значајно повећавала снага мотора аутомобила, што омогућава постизање већих убрзања и већих брзина. У ствари, максималну брзину возила могуће је постићи само на путевима где је ова максимална брзина физички могућа. Ово ће бити случај на неким деловима мреже аутопутева, и то само када има мало или нимало саобраћаја. Међутим, постоје индиције да возачи снажнијих возила возе брже и на секундарним путевима. Ово се може приписати чињеници да већа снага аутомобила води ка избору веће брзине.

Пројектовање путева, такође, има директан утицај на стварне брзине. Пута проширења, која су често предузимана у 1970-их и 1980-их за повећање капацитета пута који је сматран недовољним у одређеним периодима дана или године, може да охрабри прекорачење брзине, посебно када је низак обим саобраћаја и одсуства било какве мере за смиривање саобраћаја.

Студије у којима је испитиван допринос ограничења брзине на понашање пребрзе вожње показују да се возачи обично не понашају стриктно у складу са ограничењима брзине. Обим прекорачења брзине варира у зависности од оправданости ограничења брзине, контекста вожње и сопствених карактеристика возача.

Ограничења брзине (постојала или не, опште или локалне) нису једини фактор који возачи разматрају приликом избора своје брзине. Понашање других возача има утицај који се може посматрати као социјална норма.

Прекомерна или неприкладна брзина на путевима изазива низ значајних утицаја које је потребно пажљиво разматрати. Брзине које су и сувише високе да имају јаке негативне ефекте, пре свега у смислу саобраћајних незгода са погинулима, повређенима и материјалном штетом, али и доприноси значајном повећању буке и издувних гасова.

Негативни утицаји брзине - а нарочито претерана или неприкладна брзина - морају бити добро схваћени да би се идентификовали и да би се увеле најбоље мере.

Проценити потребе да се у обзир узму предности и недостаци за друштво у целини, као и интереси индивидуалних учесника у саобраћају. Важно је да се пажљиво процени утицај тако да одговарајући нивои заштите могу бити сигурни и сви потребни компромиси могу бити између осталих конкурентних и комплементарних циљева који су укључени, омогућавајући развој политике управљања брзином, која ће пружити најбоље могуће резултате за становништво у целини.

Веће брзине доводе до већег ризика од настанка саобраћајних незгода као и веће вероватноће да ће доћи до озбиљнијих повреда. То је зато што, како се брзина повећава, тако се повећава растојање путовања и време реакције возача и удаљеност потребна да се возило заустави. Такође, са брзином, ефекти грешака возача су повећани.

Већина стручњака за безбедност саобраћаја се слаже да је најважнији фактор који доприноси смртним случајевима на путевим широм света лош избор брзина, који се обично тумачи као неприкладно коришћење брзине возила, или "пребрза вожња".

У принципу, број и тежина саобраћајних незгода расте како се повећава брзина. Веће брзине повећавају ризик од настајања саобраћајних незгода из неколико разлога.

Релативно многе студије су испитивале однос између апсолутне брзине и стопе саобраћајних незгода. Без обзира на методе истраживања, практично у свим студијама се закључује да се однос између брзине и стопе саобраћајних незгода најбоље може описати као функција снаге: стопа саобраћајних незгода расте брже када се брзина повећава, и обрнуто.

3. ТЕОРИЈА ПЛАНИРАНОГ ПОНАШАЊА

Чак и након увођења ограничења брзине возачи бирају различите брзине и многи крше закон прекорачењем ограничења брзине. Па зашто возачи одлуче да прекораче ограничења брзине? Позната теорија у социјалној психологији, која се може користити да предвиди и објасни понашање пребрзе вожње код возача, је Ајзенова (Ajzen, 1991) Теорија планираног понашања. Ова теорија је проширење теорије образложене акције. Теорија образложене акције је створена да објасни људску акцију са ставом према понашању и субјективним нормама као важних предиктора (Ajzen and Fishbein, 1980; Fishbein and Ajzen, 1975). Да би обезбедио теорију која би такође могла објаснити понашање над којом нико нема потпуну контролу, Ајзен је продужио теорију образложених акција са трећим предиктором, који се баве контролом. То је довело до теорије планираног понашања. Историја или истраживање на став-понашања односа је, међутим, много старија.

Према Ајзену у теорији планираног понашања однос људи према понашању, њихова субјективна норма и њихова контрола понашања контролишу и одређују њихово понашање (дефинисана радња) индиректно преко њихових намера (воља да се покуша да изврши понашање). Ставови према понашању одређују понашање, каква су уверења о могућим последицама понашања (бихејвиорална снага уверења) као и процена колико ће добри или лоши бити резултати

одређених понашања (евалуација исхода). Субјективна норма је одређена нормативним уверењима, шта друге особе које су за њих битне мисле о њиховом понашању (нормативни снага вере) као и мотивација да се придржавају мишљења људи који су за њих битни (мотивација да се придржава). Перцепција контроле понашања је одређена контролом уверења, каква су уверења о факторима који могу олакшати или ометати извршење одређеног понашања (контрола јачине уверења) као и перцепција снаге ових фактора (контрола снаге веровања). Начин на који ова уверења комуницирају је у складу са теоријом очекиване вредности. Према Еагли (Eagly) и Чаикену (Chaiken) (1998) теорија очекиване вредности је први пут предложена од стране истраживача са Универзитета у Мичигену у САД, а касније и даље је развијао Фишбин (Fishbein). Према Ајзену позитиван став и субјективна норма заједно са перципираним резултатима контроле понашања имају јак утицај на извршено понашање. Имајући довољно стварну контролу над понашањем, људи очекују да спроведу своју намеру чим се укаже прилика зато. За понашања над којима људи имају непотпуну вољне контроле такође је корисно размотрити виђење понашања контроле као кодeterminантна (заједно са намером) понашања. Однос између доживљаваја понашања контроле и понашања, међутим, зависи од тачности перцепције људи њихове контроле над понашањем. Један од разлога зашто је теорија планираног понашања постала толико популарна је вероватно то што јасно описује како да се измере различите конструкције, које су учиниле теорију лако применљивом. Према Ајзену латентне конструкције су основни став према понашању, субјективне норме и доживљај веровања контроле могу се мерити коришћењем било директне мере или мере засноване на уверењима. Намера се може мерити директним мерама док је понашање пожељно мерити кроз директне опсервације, иако се могу мерити помоћу само-извештаја.

4. КУРСЕВИ ЗА ПОДИЗАЊЕ СВЕСТИ О ПРОБЛЕМУ БРЗИНЕ У САОБРАЋАЈУ

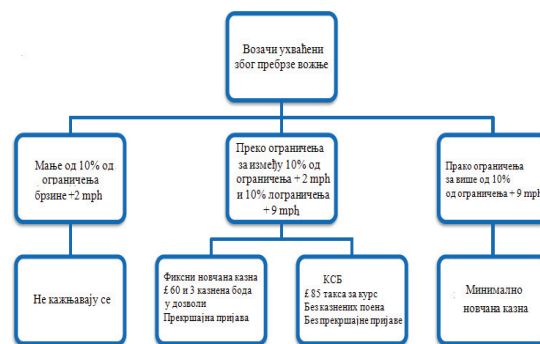
Током протекле четири године седам милиона возача је кажњено због пребрзје вожње у Великој Британији. Све већи број возача се, ипак, одлучује да похађа курсеве за подизање свести о проблему брзине у саобраћају уместо новчаних казни и пресуда.

У литератури о обуци возача, термин "став" се користи да опише различите променљиве које психолози називају "друштвена сазнања променљиве". Социјално сазнање се односи на начин на који људи размишљају о друштвеним контекстима (као што су вожња) и како то утиче на понашање. Ове променљиве су мотивационе варијабле, што значи да оне утичу на то како ће мотивисана особа да изврши дато понашање. Од значаја за овом контексту, акумулирана истраживања су показала да су социјалне когниције променљиве важне детерминанте безбедног понашања у вожњи (Elliott et al., 2003 и 2007; Leitrant and Delhomme, 2005; Marcil, 2001). Ова сазнања су важна у остваривању важних циљева

безбедности саобраћаја на путевима, не само зато што је утврђено да подупиру понашања у вожњи, већ и зато што су потенцијално подложна промени.

Циљање на ова сазнања у обуци возача може да помогне у промовисању безбеднијег понашања у вожњи и може помоћи да се умањи озбиљност и учесталост саобраћајних незгода. Разумевање ових друштвених утицаја на когнитивна прекорачења брзине и понашања других возача који су, делом, упознати са развојом и увођењем курсева за подизање свести о проблему брзине у саобраћају може довести до промене у начину вожње.

Национални курсеви за подизање свести о проблему брзине у саобраћају се нуде као могућност возачима који су возили преко ограничења брзине уместо пријема три казнене поена и казне од 60 фунти за пребрзу вожњу. Курсеви се испоручују у име полицијских снага од стране низа различитих провајдера које обухватају департмане за безбедност саобраћаја на путевима локалних заједница и приватне компаније које врше обуку возача. Курс обухвата само оне возаче који су ухваћени у малом прекорачењу брзине: у време истраживања ово је ограничење брзине износило + 10% + 2-6 mph, мада то је касније повећано на ограничење брзине + 10% + 2-9 mph (Слика 1.).



Слика 1. Опције возача ухваћених у пребрзој вожњи

Курс је алтернатива за новчане казне за све опсеге брзина и класе возила, осим у зонама где је ограничење брзине 20 mph. Претходни прекршаји возача се не узимају у обзир када им се нуди учешће на курсевима.

Основна сврха једног курса је едукација возача, као алтернатива новчаним казнама. Курс мора да се заснива на грешкама возача, прије него на несмотреном или намерном понашању возача, са циљем да возачи имају користи од курса, и одатле на крају да доприносе безбедности на путу и заједнице. Возачи могу похађати курс у једном у три године, наредна дела сличне природе од стране прекршиоца у року од три године ће се решавати путем кривично-правног система. Ступањем на снагу овог режима, Удружење Начелника Полиције (УНП) (Association of Chief Police Officers (АСРО)) води национални регистар података возача који похађају ове курсеве. Међутим, могуће је да возачи похађају курс и да избегну новчану казну више од једном у три године, ако су ухваћени у различитим полицијским областима

који нису део националног програма и због тога не могу да приступе бази података.

Садржај и препоручено време трајања за Национални курс о подизању свести о проблему брзине у саобраћају су развијени од стране пододбора Националног Удружења за Пружање Услуга Возачима (НУПУВ) (Association of National Driver Intervention Scheme Providers (ANDISP)). Садржаји које су препоручили били су засновани на истраживању нарученом од стране Одељења за саобраћај (Department for Transport) о томе како променити понашање брзе вожње код возача. Њихове препоруке су биле доступне провајдерима који желе да усвоје унапред усвојен курс који испуњава захтеве националног модела, како не би развијали сопствене курсеве. Национални модел је намењен да буде флексибилан тако да се може прилагодити специфичним потребама клијената, како на локалном нивоу (нпр. проценат ванградских и градских путева на одређеном подручју) тако и на нивоу појединачних клијената (нпр. ствари због којих је тешко да се придржавају ограничења брзине). Постоје две верзије курса у Националном Моделу: једна се заснива искључиво на теоријској обуци и траје четири сата, а други комбинује теоријску и практичну наставу и траје пет сати. Осим тога, у једној области је применљиван пилот пројекат курса у трајању од три до четири сата. Све верзије курса треба да се баве истим садржајем и користе исте компоненте за промене у понашању.

Курс има за циљ да допринесе смањењу жртава на путевима повећањем намере код возача да се придржавају ограничења брзине и да возе одговарајућим брзинама. Ово се постиже кроз следеће циљеве:

1. Идентификовати предности придржавања постојећих ограничења брзине;
2. Подизање свести одговарајућих ставова према злоупотреби брзине;
3. Да се разумеју последице пребрзе вожње и да се истражују предности и мане пребрзе вожње;
4. Да се побољша знање клијената о ограничењима брзине и вештинама у идентификовању различитих области ограничење брзине;
5. Да учесници курсева препознају личну одговорност за избор брзине;
6. Да се препозна утицај понашања у вожњи код сваког учесника на понашање других учесника у саобраћају;
7. Да обезбеди клијентима могућност да примене своје знања и вештине у перцепцији опасности.

5. ЗАКЉУЧАК

Пребрза вожња је главни проблем безбедности на путевима у многим земљама, доприносећи најмање једној трећини свих саобраћајних незгода и отежавајући је фактор у скоро свим незгодама. Брзина је призната од стране већине становништва као велики проблем безбедности, али у исто време, сматра се проблемом који се тиче "других" возача.

Прекомерна брзина је распрострањен друштвени проблем, што утиче на целу путну мрежу (аутопутеви,

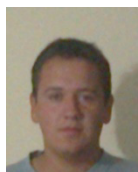
главним магистрални путеви, ванградски путеви, градски путеви). Обично, у било које време, 50% возача вози изнад дозвољених ограничења брзине. Прекомерна брзина укључује све врсте моторних возила (аутомобиле, мотоцикле, теретна возила).

Прекомерне и неприлагођене брзине имају двострук утицај на безбедност - тако што повећавају ризик од учешћа у саобраћајној незгоди и што утичу на тежину последица саобраћајних незгода. Од суштинског значаја за безбедност саобраћаја на путевима је да возачи возе брзинама које нису прекомерне у смислу ограничења брзине ни неприкладне у вези са тренутним условима. Пројектовање путева (окожење и одговарајуће критеријуме за подешавање ограничења брзине), јавно образовање и спровођење закона имају значајну улогу у постизању ових резултата.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aarts LT.: *Speed, speed and variation in the risk of traffic accidents*, Literature review and inventory of research, SWOV, Leidschendam 2004.
- [2] Aarts LT. et al: *Recognizable design and predictable behavior: a theoretical and practical exploration*, Foundation for Road Safety Research SWOV, Leidschendam 2006.
- [3] Elvik R. et al: *Speed and road accidents: an evaluation of the Power Model*, TOI, Oslo 2004.
- [4] *Evaluation of the National Speed Awareness Course*, Brainbox Research Final Report Version 1.4, 2011.
- [5] Henriette Wallen Warner, *Factors Influencing Drivers' Speeding Behaviour*, Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala 2006.
- [6] *Reducing traffic injuries resulting from excess and inappropriate speeds*, European Transport Safety Council, Brussels 1995.
- [7] *Road Safety Research Report No.115 Monitoring Speed Awareness Courses: Baseline Data Collection*, Department for Transport, London 2010.
- [8] *Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners*, Global Road Safety Partnership, Geneva 2008.
- [9] *Speed Management report*, OECD/ECMT Transport Research Centre, Paris 2006.
- [10] *Speed Awareness Courses*, CII New Generation Underwriting Group 2012, London 2012.

Кратка биографија:



Младен Матовић рођен је у Фочи 1987. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Саобраћај и транспорт одбранио је 2013. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању венредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

**OPTIMALNA ORGANIZACIJA MEĐUNARODNOG PREVOZA NA RELACIJI
ZRENJANIN-BANJA LUKA****OPTIMAL ORGANIZATION OF INTERNATIONAL TRANSPORTATION BETWEEN
ZRENJANIN-BANJA LUKA**

Aleksandar Jakovljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu se analizira organizaciona i kadrovska struktura, struktura i organizacija voznog parka, kao i način prikupljanja, obrade i analize podataka koja su bitna za uspeh poslovanja, kao i koliko je preduzeće u mogućnosti da odgovori na potrebe poslovnih partnera u vidu transporta robe.

Abstract – This paper analyzes the organizational and personnel structure of the company Vorija Obrenovca, structure and organization of the fleet, and the manner of collection, processing and analysis of data that are essential to the success of the business as well as a company able to meet the needs of business partners in the form of transport of goods.

Ključne reči – Organizacija prevoza u međunarodnom transportu

1. UVOD

Osnovni zadatak transporta jeste da prenosi proizvode na materijalna dobra iz jednog mesta u drugo. Transport možemo podeliti na spoljašnji i unutrašnji. Spoljni se bavi dopremanjem proizvoda van preduzeća, a unutrašnji se zasniva na transportu unutar preduzeća, najčešće je to transport robe do magacina. Od presudnog značaja je da transport bude pouzdan, uredan, jeftin i blagovremen.

Sa ekonomskog stanovišta transport omogućava prevazilaženje prostornih udaljenosti između poslovnih partnera i obezbeđenje funkcionisanja korporacija, trgovine, odlučivanja, prenosom informacija itd..

Uzimajući u obzir da se nalazimo u urbanom veku, kada tehnologija ogromnom brzinom napreduje, kada su uslovi privredivanja na tržištu prilično nestabilni, kada konkurencija na tržištu jača iz dana u dan, preduzetnik mora imati kompletnu sliku o svom auto-transportnom preduzeću kao i o promenama na tržištu kako bi mogao da ih prati i osigura svoj opstanak.

2. POJAM I ZNAČAJ DRUMSKOG TRANSPORTA

Drumski transport možemo podeliti na sledeći način

1. Prema nameni
 - za opšte potrebe („javni prevoz“)
 - za sopstvene potrebe

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Milan Simeunović, docent.

2. Prema teritorijalnom obeležju

- unutrašnji i međunarodni

3. Prema specijalizaciji kapaciteta voznog parka

- transport putnika, transport robe, prema načinu organizacije, linijski, od slučaja do slučaja

Spremnost za prevoz u svakom trenutku u različitim putnim uslovima jeste bitna karakteristika drumskog prevoza zbog čega je veoma pogodan, a time i olakšan prevoz putnika. Što se tiče prevoza putnika, prednosti drumskog transporta ogledaju se u sledećim osobenostima:

- brz prevoz velikih grupa putnika autobusima na kratka i srednja rastojanja, pri niskim jediničnim troškovima prevoza, znatna učestalost vožnje pri relativno malom intenzitetu prevoza
- laka izmena trase vožnje, brz prevoz pojedinačnih putnika ili malih grupa putnika automobilima na proizvoljna rastojanja
- trase i krajnje tačke odredišta mogu individualno određeni u zavisnosti od ukazanih potreba putnika

3. RAZVOJ I DELATNOST PREDUZEĆA „VORIJA“ IZ OBRENOVCA

„Vorija“ je autotransportno preduzeće osnovano 2004, sa sedištem u Obrenovcu. Na početku preduzeće je posedovalo samo jedan tegljač i prikolicu. Preduzeće se uglavnom bavilo destinacijama ka Grkoj.

Osnovna delatnost preduzeća „Vorija“ je drumski teretni transport. Sa postojećim kapacitetima, može odgovoriti prevozom robe u što kraćem roku i to po najkonkurentnijim uslovima. Trenutni vozni park broji 4 vozila, sva vozila su osigurana, EURO3, EURO5 standardne u pogledu emisije štetnih gasova. Sve prikolice sadrže mulde što obezbeđuje i prevoz robe u koturima.

Najčešće destinacije prevoza robe su zemlje: Bosna, Hrvatska, Mađarska, takođe Rumunija i Bugarska, a nešto ređe Grčka, kao i zemlje srednje Evrope.

Za sve aktivnosti vezane za delovanje međunarodnog transporta propisane su jasne procedure sa ciljem pružanja usluga pouzdanog i bezbednog transporta.

4. ORGANIZACIONA I KVALIFIKACIONA STRUKTURA PREDUZEĆA „VORIJA“ IZ OBRENOVCA

Struktura zaposlenih radnika u autotransportnom preduzeću „Vorija“ može se podeliti, odnosno posmatrati kroz:

- Strukturu zaposlenih radnika po radnim jedinicama
- Strukturu zaposlenih radnika po stepenu stručne spreme.

ORGANIZOVANJE PREVOZNOG PUTA I EKONOMSKA OPRAVDANOST ZA POTREBE PREVOZA VEĆE KOLIČINE ROBE IZ FABRIKE BEOHEMIJA

U nastavku analiziraćemo potrebe kompanije Beohemija iz Zrenjanina sa kojom firma Voriya počinje da ostvaruje dobre kvalitete poslovanja. Porudžbenica broj 04114, koja je prikazana (slika 2) navodi količinu artikala koja mora biti isporučena u Banja Luku (BiH).

Mesto isporuke Banja Luka			Datum isporuke 01.05-15.05.2013.
Naziv	Poručena količina	Broj paleta	Šifra artikla
Praškasti deterdžent	218450	749,00	10100405
Omekšivač	124508	320,98	11050051
Tečni spin	35232	37,00	11070005
Tečni skala	37510	42,02	11010024
Tečni pompa	40360	62,00	11060002
Tečni krem	15768	3,64	14001005
Tečni hema	45750	56,33	12001050
Bekolino	8112	3,01	14008005
Ukupno	525690	1273,98	

Slika 2 Porudžbenica broj 04114

Autotransportne firme koje će biti angažovane za prevoz dogovorenog transporta su:

- Krstako Inc, Beograd
- M&B Trans, Novi Slankamen
- Mrđa, Obrenovac

Prvi korak je najava vozila. Referent firme Voriya najavljuje dolazeće vozilo na kapiju kompanije Beohemija u Zrenjaninu. Najava se vrši preko e-mail i ista se prosleđuje istog dana ili dan ranije.

Pošto najavljeno vozilo dođe da na kapiju, pri ulasku u fabriku biva izmereno. Nakon upisane težine, vozilo ide na utovar. Roba je spakovana na standardizovane palete i utovar se vrši viljuškarom. Utovar traje od 30 do 45 minuta. Na jedno teretno vozilo tovari se 32 palete.

Nakon utovara vozač ponovo odlazi na merenje i nakon upisane kilaže dobija papire koji prate robu. Papire koje dobija od fabrike su otpremnica, faktura, sertifikat i popunjen CMR.

Vozač odlazi na carinjenje robe koje se vrši u AD „SiT“ Petra Drapšina 1, Zrenjanin.

Carinjenje robe je svaka zvanična radnja stavljanja robe u carinski postupak ili vršenje carinskih formalnosti u vezi s ponovnim izvozom robe. U zavisnosti od vrste carinskog postupka, odnosno carinski dozvoljenog postupanja sa robom koji se konkretno sprovodi nad robom, razlikuju se tehnologija rada, način popune carinskih dokumenata i vrste isprava koje se prilažu uz carinske isprave prilikom sprovođenja carinskog postupka.

Od carine vozač dobija JCI, kao i pečat na sve dotične papire koje je dobio od fabrike. Nakon broja koji je dobio, Carina zavodi broj u centralni računar čime se carinjenje robe završava.

Vozač zatim prevozi robu do granice vodeći računa o vremenu vožnje i pauzama koje su regulisane Uredbom o vremenu odmora vozača. Pri stizanju na granički prelaz Mali Zvornik vrši se rascarinjenje. Plaća se korišćenje

terminala i carinik razdužuje papire čime se dobija saglasnost da je navedena roba izašla iz zemlje.

Nakon ulaska u drugu zemlju vozilo odlazi na terminal u Bijeljiniu gde se vrši ponovno carinjenje robe. Time se proverava vozilo kao i roba koja se prevozi i tonažu vozila. Tolerancija u tonaži vozila se tretira od 100 do 250 kg. Carinik na granici radi prenaupućenje za carinarnicu u Banja Luci. Na sve prateće papire udara pečate i zavodi u centralni računar. Time je roba zvanično ušla u zemlju.

Vozilo stiže u Banja Luku gde se mora izvršiti rascarinjenje robe. Rascarinjenje robe vrši špediter koji je napisan na papiru koji je dobio na granici. Kada je roba rascarinjena i svi papiri uredno potpisani i zavedeni, vozilo može otići na mesto istovara.

Mesto istovara je Hexim Banja Luka. Vozač nakon istovara predaje celokupnu dokumentaciju fabriki i kod sebe ostavlja potpisan CMR da je robu isporučio i JCI.

U našoj firmi svaki vozač pri kretanju na put dobija blanko troškovnik koji pri prevozu popunjava i vodi radi lakšeg obračunavanja kad se vrati sa ture.

Bilans dobiti i gubitka predstavlja godišnji izveštaj o prijemu i izdavanju novčanih sredstva, koji uključuje beleženje servisiranja svih dugova vezanih za novac korišćen u poslovanju i izdatke za sve vrste kapitala, kao što su vozila, oprema. Za naš zadatak uzećemo pojedinačni bilans. Podaci iz bilansa jedini su stvarni pokazatelji uspešnosti ATP-a i njenog menadžmenta. Polazna tačka bilansa je prihod od prodaje transportne usluge. Za izračunavanje jedne prevozne jedinice Zrenjanin-Banja Luka odbijaju se:

troškovi materijala i sirovina = 18510 din

plata vozača = 6000 din

ostali troškovi prevoza = 3810 din

stalni troškovi = 5750 din

Suma = 34070 din

Preostali iznos 31.930,00 dinara predstavlja profit pre oporezivanja. Na taj se profit mora, naravno, platiti određeni porez nakon čega firmi Voriya ostaje suma koja se može smatrati novcem za nastavak poslovanja.

7. ZAKLJUČAK

Uticaj kvaliteta transportne usluge može se ocenjivati iz sledećih faktora: Vreme isporuke robe je jedan od glavnih pokazatelja kvaliteta transportne usluge. Prema opštem shvatanju, smanjenjem vremena prevoza, smanjuje se i masa robe koja se istovremeno nalazi na putu i na taj način oslobađaju dopunska obrtna sredstva korisnika prevoza. Pouzdanost i tačnost isporuke robe se podrazumeva verovatnoća ostvarivanja utvrđenog vremena isporuke robe. Prevoz se mora obaviti upravo onda kada je to potrebno. Just in time-koncepcija podrazumeva isporuku robe direktno u pogon primaoca u trenutku kada to proizvodni proces zahteva.

Da bi realizacija transportne usluge bila uspešno izvršena, u ukupnom učinku logističkog lanca, od utovara robe, njenog prevoza i konačne dostave kupcu, potrebno je da preduzeće radi kao celina, da bude dobro organizovano i da ima stručni kadar. Jasno se pokazalo da se izbor organizacionog modela ne može izvršiti bez ozbiljnijeg ocenivanja sa aspekta

postavljenih ciljeva celine sistema, a te ciljeve direktno reprezentuju svojstva i pokazatelji sistema i usluge.

S obzirom da je preduzeće dinamički sistem koji se stalno usavršava i razvija neophodno je obezbediti uslove da se i primenjeni projekat usavršava i uskladi sa dugoročnim programom i planom razvoja preduzeća.

Od 28 vožnji koje su ostale autoprevozničke firme obavile, ostvaren je profit od 154.000,00 din. Sa sopstvenim voznim parkom od 4 vozila Vorija je uspela da obavi 12 vožnji.

Nakon obračunavanja svih troškova za 12 vožnji ostvaren je profit od 408.000,00 din. Na kraju se može zaključiti da je firma Vorija iz Obrenovca uspela da odgovori na potrebe fabrike Beohemija i da pre dogovorenog roka prevoze potrebnu količinu robe. Krajnji profit iznosi 562.000,00 dinara.

U oblasti međunarodnog transporta, ali i transporta uopšte, sve više se potencira koncept kvaliteta, odnosno potrebno je da kvalitet ima prednost nad kvantitetom, što transportna preduzeća rade primenom sistema kvaliteta. Upravo uvođenjem ovog sistema kvaliteta, firma može da savlada sve jaču konkurenciju na tržištu transportnih usluga, da zadovolji kako korisnike usluga tako i sopstvene potrebe i da pri tome sistem ostane profitabilan, što zapravo i jeste osnovno cilj.

Iz svega priloženog možemo zaključiti da autotransportno preduzeće „Vorija“ ima potencijal da iskoristi i isprati na adekvatan način rast tržišta transportnih usluga, i da stalno teži usavršavanju i podizanju kvaliteta svojih usluga.

8. LITERATURA

- [1] Dr Pavle Gladović „*Organizacija drumskog saobraćaja*“, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2008. Godina,,
- [2] Dr Pavle Gadović, Mr Milan Simeunović „*Sistem javnog autotransporta robe*“, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2004
- [3] Dokumentacija autotransportnog preduzeća „Vorija“ iz Obrenovca

Kratka biografija:

Aleksandar Jakovljević rođen je u Beogradu 1987. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz saobraćaj i transport odbranio je 2013. godine.

ANALIZA PONAŠANJA VOZAČA NA NESTANDARDNIM NESIGNALISANIM RASKRSNICAMA**ANALYSIS OF DRIVERS BEHAVIOR AT NONSTANDARD UNSIGNALIZED INTERSECTION**Marko Marković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je analiza ponašanja vozača na nestandardnim nesignalisanim raskrsnicama. To su raskrsnice kod kojih se bar dva prioriteta nalaze jedan pored drugog. Raspored prioriteta i sporednih prilaza a samim tim i saobraćajnih tokova kod nestandardnih raskrsnica bitno se razlikuje od rasporeda saobraćajnih tokova na standardnim nesignalisanim raskrsnicama kod kojih se prioriteta put pruža u pravcu. Za potrebe analize, istraživanja su vršena na četvorokrakim i trokrakim nestandardnim raskrsnicama kakona urbanoj uličnoj mreži tako i na vangradskoj mreži saobraćajnica. Posebna pažnja tokom istraživanja je posvećena procentulnom uključivanju pokazivača pravca tokom vršenja manevara na nestandardnim raskrsnicama.

Ključne reči: tokovi i rangovi, nesignalisane raskrsnice

Abstract – This work based on analyzes of traffic flow properties on nonstandard unsignalized intersections. (Hereinafter referred to as NUI) NUI are intersections where at least two priority legs are next to each other. This way of definition of priority and minor legs, and also traffic flows, is different from the standard unsignalized intersections (hereinafter referred to as SUI) where the priority and minor road are crossing. Analysis was performed on the three-legs crossing and four-legs crossing NUI, which are located in the urban street network and the rural network of roads. Special attention was paid during the research to percentage of turning on turn signal while performing maneuvers at the NUI.

Key words: traffic flow parameters, unsignalized intersections, nonstandard unsignalized intersection

1. UVOD

Raskrsnice su mesta na putnoj i uličnoj mreži gde dolazi do ukrštanja tokova u nivou. U cilju obezbeđivanja funkcionalnih i bezbednih uslova na raskrsnicama se signalizacijom i opštim pravilima saobraćaja definiše pravo prvenstva prolaza saobraćajnih tokova kroz zajedničko središte. Iz tog razloga raskrsnice predstavljaju mesta smanjenog kapaciteta i ona određuju kapacitet

putne i ulične mreže saobraćajnica. Regulisanja prioriteta na raskrsnicama može biti rešeno na sledeće načine:

- opštim pravilima saobraćaja
- saobraćajnim znacima prioriteta
- svetlosnom signalizacijom

Najčešće se saobraćaj na raskrsnicama reguliše znacima prioriteta i opštim pravilima saobraćaja. Ove raskrsnice se u svetu zovu nesignalisane raskrsnice i mogu biti standardne SNR i nestandardne NNR.

Na putnoj mreži postoji veći broj SNR nego NNR pa samim tim vozači češće učestvuju u saobraćaju na SNR. Tokom ponavljanja istih manevara i jasno definisanih pravila ponašanja na SNR vozači stižu određene obrasce ponašanja tokom učestvovanja u saobraćaju na raskrsnicama. Na NNR dolazi do konfuzije vozača o obavezama i pravilima pa se često dešavaju primene ranije stečenih obrazaca ponašanja na SNR.

Cilj ovog istraživanja je da se snimi procentualno uključivanje pokazivača pravca prilikom vršenja manevara na NNR kao i da se ispita pojavljivanje obrazaca ponašanja, stečenih na NNR, tokom vršenja manevara na SNR.

2. KARAKTERISTIKE NESIGNALISANIH RASKRSNICA I PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

Nesignalisane ili prioriteta raskrsnice su takav tip raskrsnica na kojima se regulisanje saobraćaja vrši davanjem prava prvenstva prolaza jednom putnom pravcu, glavnom putu, primenom statične saobraćajne signalizacije. Statička saobraćajna signalizacija pruža informacije putem saobraćajnih znakova i oznaka na samom kolovozu (horizontalna i vertikalna signalizacija).

Regulisanje saobraćaja saobraćajnim znacima se uglavnom primenjuje na manje opterećenim raskrsnicama u nivou i na semaforisanim raskrsnicama. Ova praksa se primenjuje jer u nekim situacijama može doći do prekida u radu svetlosne signalizacije (atmosferskog pražnjenja, saobraćajne nezgode, režim rada žutih treptuća...) tada su učesnici dužni da poštuju saobraćajne znake postavljene u zoni raskrsnice.

Postoje dva tipa nesignalisanih raskrsnica uzavnsnosti od načina pružanja puta sa prvenstvom prolaza kroz središte raskrsnice:

- standardne nesignalisane raskrsnice (SNR)
- nestandardne nesignalisane raskrsnice (NNR)

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović.

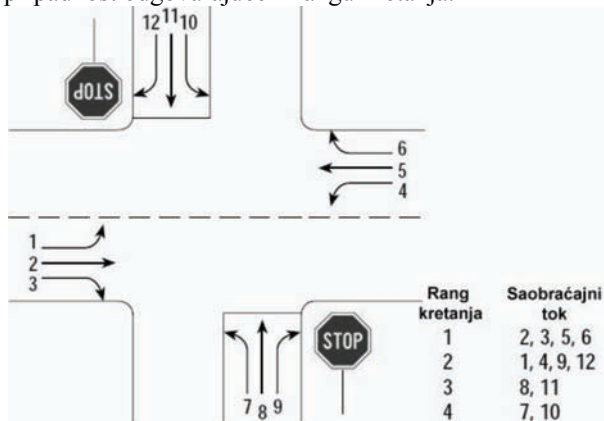
2.1. Standardne nesignalisane raskrsnice

Pod standardnim nesignalisanim raskrsnicama se podrazumevaju raskrsnice kod kojih se put sa prvenstvom prolaza pruža u pravcu a saobraćaj je regulisan saobraćajnim znacima prioriteta. Razlika u značenju saobraćajnih znakova na raskrsnici definiše dva tipa ukrštanja:

- AWSC (All Way Stop Controlled), gde ni jedan putni pravac nije definisan kao glavni, već na svim prilazima postoje saobraćajni znaci kojima se vozilima pred ulazak u raskrsnicu oduzima prioritet
- TWSC (Two Way Stop Controlled), kod kojih je jedan putni pravac definisan kao glavni, a drugi kao sporedni.

Za proračun kapaciteta nesignalisanih raskrsnica najčešće se koriste postupci koji su definisani u HCM-u. Da bi se postupak proračuna kapaciteta mogao sprovesti, neophodno je za svaki manevar odrediti veličinu konfliktnog toka, koja predstavlja zbir svih tokova višeg prioriteta sa kojima je posmatrani sporedni manevar u potencijalnom konfliktu.

Pri postupku proračuna kapaciteta za standardne nesignalisane raskrsnice definisane su četiri ranga prioriteta. Na slici 2.3 prikazani su svi manevri na standardnim četvorokrakim TWSC raskrsnicama i njihova pripadnost odgovarajućem rangu kretanja.



Slika 2.3. Tokovi i rangovi na standardnoj četvorokrakoj nesignalisanoj raskrsnici

U skladu sa postavljenom saobraćajnom signalizacijom i opštim pravilima saobraćaja slika 2.3, na TWSC raskrsnici definisani su sledeći rangovi kretanja:

Rang I – kretanja pravo prioritetnim prilazom i skretanje desno sa prioritetnog prilaza (tokovi 2, 3, 5, 6). Vozila koja pripadaju svim ostalim rangovima kretanja u obavezi su da ustupe pravo prvenstva prolaza vozilima koja vrše manevar koji pripada rangu I.

Rang II – levo skretanje sa glavnog prilaza i desno skretanje sa sporednog prilaza (tokovi 1, 4, 9, 12). Vozila koja vrše manevar koji pripada rangu II su u obavezi da ustupe pravo prvenstva prolaza vozilima koja se kreću kretanjima ranga I, dok sa druge strane imaju pravo prvenstva prolaza u odnosu na kretanja ranga III i IV.

Rang III – kretanje pravo sa sporednog prilaza (tokovi 8, 11). Vozila koja vrše manevar koji pripada ovom rangu u obavezi su da ustupe pravo prvenstva prolaza vozilima koji pripadaju manevrima ranga I i ranga II, a imaju prioritet u odnosu na kretanja ranga IV.

Rang IV – levo sa sporednog prilaza je najsloženiji manevar na TWSC raskrsnicama (tokovi 7, 10). Vozila koja vrše ovaj manevar u obavezi su da propuste vozila koja pripadaju manevrima ranga I, ranga II i ranga III.

Ukoliko se analizira trokraka TWSC raskrsnica, označavanje manevara je identično kao na četvorokrakoj, s tim da u tom slučaju izostaju manevri 1, 6, 8, 10, 11 i 12.

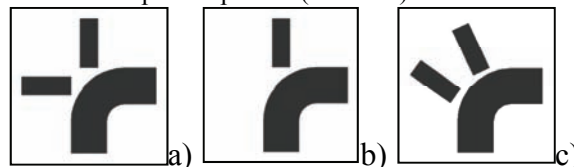
2.2. Nestandardne nesignalisane raskrsnice

Raskrsnice na kojima se režim odvijanja saobraćaja reguliše na način koji nije uobičajen, npr. davanja prava prvenstva prolaska kroz raskrsnicu manevaru levog skretanja i zahtevanja ostalih učesnika da se zaustave, mogu se nazvati nestandardnim nesignalisanim raskrsnicama. Ovaj tip raskrsnica karakteriše prioritetni put koji sadrži dva susedna prilaza.

Na NNR se saobraćajnim znacima prioriteta zahteva od učesnika da kretanje pravo kroz raskrsnicu izvedu iz više faza i ustupe prvenstvo prolaza manevaru koji bi na standardnim nesignalisanim raskrsnicama bio sporedni manevar. Ovakav način regulisanja režima odvijanja saobraćaja može da zbuni i iznenadi vozače jer su u svakodnevnoj praksi navikli na drugačije ponašanje na nesignalisanim raskrsnicama. [1] Samim tim što se na nestandardnim nesignalisanim raskrsnicama put sa prvenstvom prolaza ne pruža u pravcu, pa prilazi kojima je dodeljeno pravo prvenstva prolaza se nalaze jedan pored drugog i nisu naspramni, može da stvori probleme kao što su:

- veličina kritičnog intervala sleđenja nije kao na standardnim nesignalisanim raskrsnicama i po preporukama iz HCM-a pa može izazvati zabunu kod vozača
- nepostojanje razvijenih alata za analizu i proračun ovakvih raskrsnica od strane inženjera

Uzimajući u obzir raspored prilaza, regulisanje saobraćaja na nestandardnim nesignalisanim raskrsnicama, odstupa od klasičnog načina koji se primenjuje na standardnim signalisanim raskrsnicama. Osim potrebe da se na sporednim prilazima postave saobraćajni znaci II-1 – „Ukrštanje sa putem sa prvenstvom prolaza“, kao i II-2 „Obavezno zaustavljanje - STOP“, na ovim raskrsnicama potrebno je označiti i pravac pružanja glavnog putnog pravca. Usled potrebe da se pružanje glavnog putnog pravca nedvosmisleno definiše u nekim zemljama se koriste različiti saobraćajni znaci za tu namenu. Izgled ovih znakova nije potpuno standardizovan, jer zavisi od geometrijskog izgleda raskrsnice i rasporeda prilaza (slika 2.4).



Slika 2.4. Dopunske table koje prikazuju pravac pružanja prioritetnog pravca

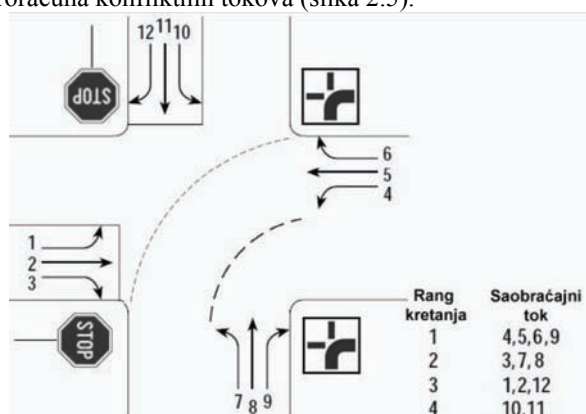
Pored toga što postoji definisan način obeležavanja nestandardnih nesignalisanih raskrsnica sa stanovišta saobraćajne signalizacije, koji mora da uzme u obzir specifičnosti geometrije i načina odvijanja saobraćaja, način ponašanja vozača na njima nije u potpunosti jasno

definisan. Nedoumice koje vozači imaju prilikom vršenja manevara na NNR su:

- da li obaveza uključivanja pokazivača pravca zavisi od ugla pod kojim se ukrštaju prilazi,
- da li je vozač u obavezi da uključi pokazivač pravca ako sa prioritetnog prilaza prelazi na sporedni prilaz kretanjem pravo,
- da li obaveza uključivanja pokazivača pravca važi u slučaju kada se vozač kreće prioritetnim putem ali on ga vodi u skretanje.

2.2.1. Proračun kapaciteta nestandardnih nesignalisanih raskrsnica

Proračun kapaciteta NNR se razlikuje od proračuna SNR u odnosu na geometriju raskrsnica, bazne intervale sleđenja, kritične intervale sleđenja i specifičnosti proračuna konfliktnih tokova (slika 2.5).



Slika 2.5 Prikaz rangova kretanja na četvorokrakoj NNR

Nakon proračuna intervala sleđenja i veličine konfliktnih tokova, potencijalni kapacitet se računa prema Harders-ov obrascu:

$$C_{p,x} = V_{c,x} \frac{e^{-V_{c,x}t_{c,x}/3600}}{1 - e^{-V_{c,x}t_{f,x}/3600(1)}}$$

Otežani uslovi kretanja za pojedine rangove su kvantifikovani kroz verovatnoću da na tokovima višeg ranga neće doći do pojave reda čekanja i moraju se uzeti u obzir prilikom proračuna merodavnog kapaciteta [3].

2.3. Prikaz područja istraživanja

Za potrebe istraživanja izabrano je 5 raskrsnica za snimanje. Zbog razlika u uslovima odvijanja saobraćaja na urbanim i vangradskim deonicama analizirana su oba tipa raskrsnica. Položaj i geometrijske karakteristike raskrsnica su takvi da omogućavaju sagledavanje stanja na različitim tipovima raskrsnica. Karakteristike lokacija i tipova raskrsnica su:

- raskrsnice se nalaze u 3 grada različite veličine (Novi Sad - 119 000, Šabac - 70 000, Kikinda - 38 000)
- 3 raskrsnice su četvorokrake a 2 trokrake
- 3 raskrsnice su na urbanoj uličnoj mreži, 1 raskrsnica je na periferiji grada dok je jedna na vangradskoj putnoj mreži

Obaveštavanje ostalih učesnika, uključivanjem pokazivača pravca, o predstojećim namerama ima veoma važnu ulogu tokom odvijanja saobraćaja. Ovo ponašanje ima

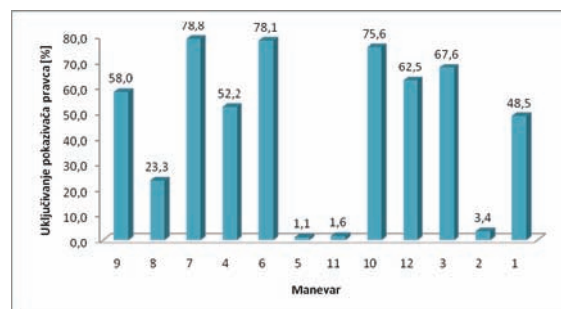
direktan uticaj na bezbednost učesnika u saobraćaju ali i indirektno može uticati na kapacite prilaza a samim tim i cele raskrsnice preke intervala sleđenja.

Pored specifičnosti nestandardnih nesignalisanih raskrsnica, problem predstavlja i odsustvo univerzalnog pravila ponašanja u vezi sa uključivanjem pokazivača pravca. Tokom vožnje vozači prihvataju određene radnje, koje ponavljaju tokom vremena, kao svojevrsan obrazac ponašanja koji tokom vremena pralazi u rutinu.

3. ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je izvršeno na 2500 vozila. Snimljeni saobraćajni tok je podeljen u sledeće kategorije vozača:

- profesionalaca (C, D, E kategorija) (243 vozila)
- službenih vozila (286 vozila)
- taksi vozila (172 vozila)
- nelokalnih vozila (258 vozila)
- koji tokom vožnje koriste mobilni telefon (85 vozila)
- žena vozača (220 vozila)
- luksuznih automobila (89 vozila)



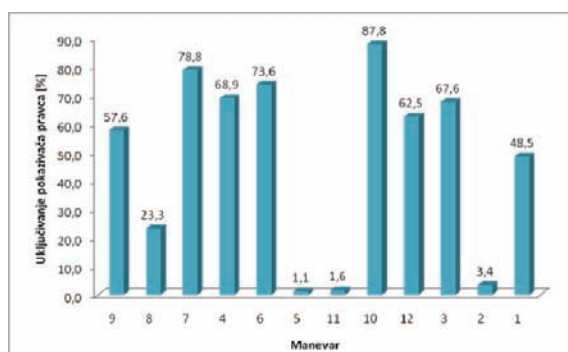
Grafik 3.1. Procenat uključivanja pokazivača pravca na NNR

Na grafiku 3.1. koji prikazuje procenat uključivanja pokazivača pravca na NNR za sve kategorije učesnika, vidi se da vozači prilikom izvođenja manevara 5, 11 i 2 uključuju pokazivač pravca u veoma malom procentu slučajeva, u manje od 4%. Mali procenat uključivanja je i pri izvođenju manevara 8, u 23% slučajeva, dok pri izvođenju svih ostalih manevara procenat uključivanja pokazivača pravca je iznad 50%.

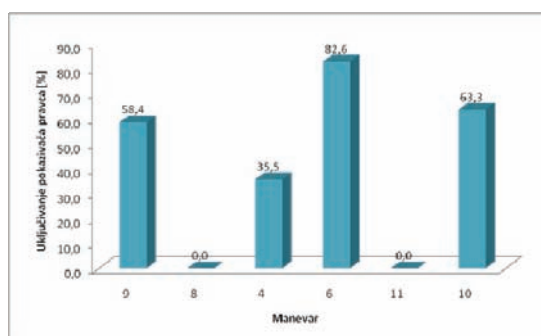
Pažnju treba posvetiti i manevrima 3 – desno sa sporednog prilaza na prioritetni pravac i 12 – desno sa sporednog prilaza na sporedni prilaz jer su oni dužni da propuste određene tokove prema rangu kretanja i prema geometriji raskrsnice ti manevri predstavljaju oštra skretanja desno prilikom kojih bi na SNR bilo normalno da se ostali učesnici obaveste o nameri.

Posmatranjem rezultata izdvojenih samo za četvorokrake NNR (grafik 3.2) vidi se da je procenat uključivanja pokazivača pravca veoma sličan ukupnim rezultatima za NNR. Manevri 5 – pravo sa prioritetnog pravca, 11, 2 – pravo sa sporednog prilaza imaju veoma mali procenat uključivanja pokazivača pravca. Vidi se da je manevar sa najvećim procentom uključivanja pokazivača pravca,

manevr 10 - levo sa sporednog prilaza na prioritetni pravac sa 88%.



Grafik 3.2. Procenat uključivanja pokazivača pravca na četvorokrakim NNR



Grafik 3.3. Procenat uključivanja pokazivača pravca na trokrakim NNR

Kada se posmatraju samo trokrake NNR, sa grafika 5.3 se može videti da manevri 8 – pravo sa prioritetnog prilaza na sporedni i manevr 11 - pravo sa sporednog prilaza na prioritetni imaju procenat uključivanja pokazivača pravca 0%. To znači da vozači pri izvođenju ovih manevara imaju mišljenje da nisu dužni nikoga da obaveštavaju, pa ne uključuju pokazivač pravca. Manevar sa najvećim procentom uključivanja pokazivača pravca jeste 6 – desno skretanje sa prioritetnog pravca na sporedni prilaz sa više od 80%.

4. ZAKLJUČAK

Cilj analize NNR, u ovom radu, bio je da se utvrdi u kom procentu vozači uključuju pokazivač pravca tokom vršenja manevara na NNR i da li se njihovo ponašanje može pripisati nekim usvojenim obrascima ponašanja na SNR. Sa aspekta odgovornosti prema ostalim učesnicima u saobraćaju, žene vozači i profesionalni vozači pokazali su najveći stepen odgovornosti. Ove dve kategorije obaveštavaju ostale korisnike o svojim namerama u 50% ženski vozači, odnosno 60% profesionalni vozači. Najmanji procenat obaveštavanja imaju vozači koji tokom upravljanja vozilom razgovaraju na mobilni telefon, oni ostale učesnike o svojim namerama obaveštavaju u manje od 10% slučajeva.

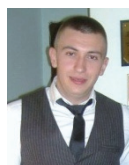
Tokom analiziranja ponašanja učesnika na NNR utvrđeno je da za manevre koji su kretanja pravo, nebitno na rang prilaza, izražena primena obrazaca ponašanja stečenih na SNR koji predstavljaju ne uključivanje pokazivača pravca tokom vožnje pravo kroz raskrslu. Vozači na SNR nisu u obavezi da obaveštavaju druge učesnike o svojim namerama kada izvođe manevre kretanja pravo. Najveći stepen primene ranije stečenih obrazaca ponašanja pokazali su vozači taksi vozila i profesionalni vozači.

Nestandardne nesignalisane raskrsnice su od početka proučavanja kapaciteta i uslova odvijanja saobraćaja na putevima, proučavane u manjem obimu nego ostali tipovi raskrsnica (SNR, semaforisane, kružne). Samim tim, buduća istraživanjima treba da budu orijentisana ka proučavanju kapaciteta i uslova odvijanja saobraćaja na nestandardnim nesignalisanim raskrsnicama jer je zabeleženo da se samo na njima u određenim okolnostima može postići maksimalan kapacitet.

5. LITERATURA

- [1] Gattis, J., & Low, S. T. *Gap Acceptance at Atypical Stop-Controlled Intersections*. Journal of Transportation Engineering, (1999).
- [2] Bogdanović, V., Ruškić, N., Ivanović, B., & Dragić, *Uslovi odvijanja saobraćaja na nestandardnoj nesignalisanoj raskrsnici*. Mobilnost i sigurnost cestovnog prometa, Vlašić. (2013).
- [3] Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji, Beograd, Službeni glasnik, (2010).
- [4] Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima, Beograd: Službeni glasnik, (2009).
- [5] Zakon o osnovama bezbednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini. Sarajevo: Službeni glasnik BiH, (2006).
- [6] Bogdanović, V. *Prilog proučavanju kapaciteta i nivoa usluge na trokrakim i kružnim prioritetnim raskrsnicama po novom konceptu*. Novi Sad: Fakultet tehničkih naukaN (2005).
- [7] Nathan G., *Greenshields' Legacy - Urban Streets*, University of Massachusetts, Lowell, (2011),

Kratka biografija:



Marko Marković rođen je u Šapcu 1989. godine. Fakultet tehničkih nauka je upisao 2008 godine na odseku za Saobraćaj – smer Drumski saobraćaj. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2013.godine

UPRAVLJANJE KVALITETOM LOGISTIČKIH USLUGA U POŠTI CARINJENJA QUALITY MANAGEMENT OF LOGISTIC SERVICES IN POST OF CLEARANCE

Miloš Popović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj - U ovom radu je opisan sistem upravljanja kvalitetom, kao i upravljanje kvalitetom logističkih usluga. Objašnjeni su carinski propisi u Srbiji i susednim zemljama. Istražen je uticaj sistema elektronskog plaćanja PayPal i pridruživanja Evropskoj Uniji na promenu u domaćim carinskim procedurama. U praktičnom delu je analizirana pošta carinjenja u Novom Sadu i dat je predlog kako bi trebao da se poboljša kvalitet logističkih usluga u pošti carinjenja kod nas u odnosu na krajnjeg korisnika..

Abstract – This paper describes a quality management system as well as quality management of logistics services. It explains the customs regulations in Serbia and neighboring countries. The effects of electronic payments PayPal and joining the European Union on the change in the domestic customs procedures were studied. Through the practical part the analysis was conducted relating the customs post at Novi Sad and a suggestion was given how should be improved the quality of logistics services in post of clearance in respect to the end user.

Ključne reči: upravljanje kvalitetom, logistika, pošta carinjenja, Regulator Evropske Unije, PayPal.

1. UVOD

U nadležnost Republičke agencije za poštanske usluge spada utvrđivanje standarda kvaliteta i njihova harmonizacija sa međunarodnim standardima. Ispunjavanje ovog cilja će se realizovati dostizanjem standarda kvaliteta Evropske Unije. Pokazatelji koje Svetski poštanski savez koristi kod unapređenja kvaliteta u poštanskim upravama članicama su: kvalitet prijema i kvalitet uručivanja.

Za snimanje kvaliteta su značajne dve metodologije: Projekat „IPS“ – cilj je da se zadovolje specifični poštanski zahtevi u oblasti prenosa i rukovanja poštanskim pošiljkama u međunarodnom saobraćaju i Evropska zajednica i metodologija kvaliteta, koja je uvrstila standarde kvaliteta u norme koje su obavezujuće za sve članice EU.

Za Poštu je krajnji cilj da pristupi totalnom upravljanju kvalitetom - TQM. TQM je menadžment pristup u kompanijama usredsređen na kvalitet zasnovan na učešću svih njenih članova, usmeren ka dugoročnom uspehu, preko zadovoljstva korisnika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Obrad Peković, vanr. prof.

JP PTT je 1994. godine usvojila „Program unapređenja kvaliteta u PTT sistemu“. Prioriteti u realizaciji Programa obuhvataju uspostavljanje eksternog obezbeđenja kvaliteta i organizaciono-pripremne radnje (masovna obuka kadrova u PTT sistemu i organizacija Centra za kvalitet).

Dostupnost poštanske usluge je poseban uslov za funkcionisanje poštanskog saobraćaja i može se posmatrati sa više aspekata (prostorna, personalna, vremenska, finansijska).

Prostorna (teritorijalna) dostupnost podrazumeva obavezu poštanske organizacije da svojom mrežom poveže sva naseljena mesta u zemlji da bi obezbedila vršenje usluga. Personalna dostupnost podrazumeva pravo svakog fizičkog i pravnog lica da neograničeno potražuje i koristi usluge poštanskog saobraćaja.

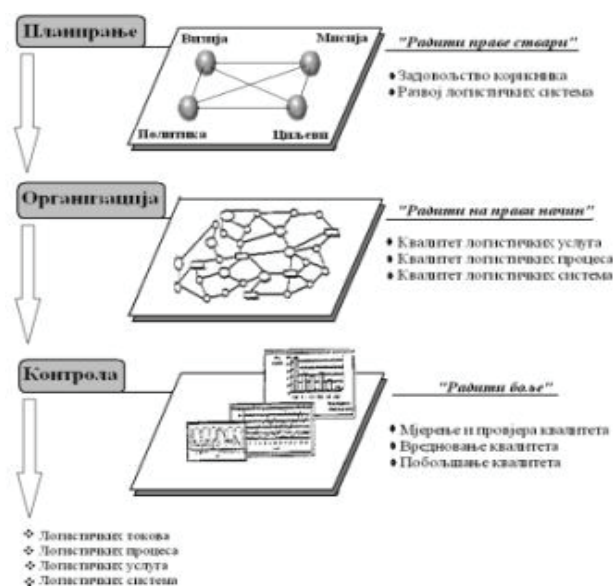
Vremenska dostupnost obuhvata dva osnovna vida obaveza koje mora ispuniti poštanska organizacija: radno vreme pošte (mora biti utvrđeno u skladu sa mesnim potrebama i na uobičajeni način objavljeno) i rokovi prenosa pošiljaka.

Brzina i pouzdanost su merila kvaliteta prenosa poštanskih pošiljaka koja podrazumeva rokove prenosa pošiljke merene od datuma prijema do datuma uručivanja.

Bezbednost poštanskih pošiljaka podrazumeva siguran prenos pošiljaka iz jedne tačke u drugu. Merenje nivoa zadovoljstva korisnika kvalitetom poštanskih usluga se vrši anketiranjem korisnika ili telefonskim intervjuom.

2. UPRAVLJANJE KVALITETOM U LOGISTICI

Logistika i kvalitet predstavljaju centralne elemente tržišnih odnosa.



Slika 1. Mesto i uloga kvaliteta u logistici

Logistika je proces planiranja, organizacije, kontrole i realizacije robnih tokova od mesta nastanka do mesta prodaje, preko proizvodnje i distribucije do krajnjeg korisnika sa ciljem zadovoljenja zahteva tržišta uz minimalne troškove i investicije (SL1).

Moguće je izdvojiti tri karakteristična područja kvaliteta u logistici: kvalitet logističke usluge (odnosi se na zadovoljenje zahteva i očekivanja korisnika), kvalitet logističkih procesa i sistema i kvalitet životne i radne sredine.

2.1. Kvalitet logističke usluge

Kvalitet logističke usluge predstavlja ključno sredstvo za zadovoljenje tržišnih zahteva i očekivanja. Logistička usluga predstavlja proizvod različitih logističkih sistema usmeren na otpremu i isporuku materijalnih proizvoda prema konceptu „7P“ (prava roba, pravo mesto, pravo vreme, prava količina, pravo stanje, pravo pakovanje, prihvatljivi troškovi – cena).

2.2. Kvalitet logističkih procesa i sistema

Logistički proces se može definisati kao skup međusobno povezanih i uređenih aktivnosti koje primaju ulazne elemente i pretvaraju ih u izlazne. Kvalitet logističkih procesa je moguće utvrđivati, meriti, pratiti i unapređivati na nivou logističke mreže, nivou logističkog lanca, nivou logističkog sistema i nivou aktivnosti u logističkom podsystemu.

Prilikom razmatranje kvaliteta procesa u mreži, značajno je razmatrati kvalitet tri grupe procesa: kvalitet upravljačko - poslovnih procesa, kvalitet osnovnih logističkih procesa i kvalitet pratećih logističkih procesa.

Za realizaciju kompletne logističke usluge i zadovoljenje zahteva korisnika od presudne važnosti je kvalitet procesa na nivou logističkog lanca.

Funkcionalni kvalitet se može ostvariti uz stalno poboljšanje procesa i aktivnosti u kompletnom logističkom lancu.

Za ukupan logistički kvalitet i zadovoljstvo korisnika od presudne važnosti je kvalitet logističkih procesa na nivou logističkog sistema.

2.3. Kvalitet životne i radne sredine

Briga o zaštiti životne sredine podrazumeva korišćenje logističkih tehnologija i tehnološko-transportnih sredstava koja ne zagađuju život i vodu, ne stvaraju buku i prašinu. Kvalitet logističke usluge podrazumeva i zaštitu zdravlja i života zaposlenih, direktno ili indirektno angažovanih u realizaciji logističkih procesa i aktivnosti, kao i zaštitu korisnika u pogledu prava na sigurnost, informisanost, reklamaciju, odgovor i obeštećenje.

2.4. Funkcije kvaliteta u logistici

Upravljanje kvalitetom u logistici se zasniva na tri ključne funkcije: planiranje, obezbeđenje kvaliteta i poboljšanje.

Funkcija planiranja kvaliteta ima zadatak da identifikuje attribute kvaliteta, izvrši njihovu klasifikaciju i utvrdi vrednost i tehnički značaj pojedinih atributa.

Obezbeđenje kvaliteta ima zadatak da obezbedi, nadgleda i prati realizaciju logističkih usluga i procesa i da otklanja sve uzroke koji mogu dovesti do neželjenih posledica. Zadatak funkcije poboljšanja jeste podizanje kvaliteta

logističkih usluga, ali i efektivnosti i efikasnosti logističkih procesa.

2.5. Uvođenje funkcije kvaliteta u logističke sisteme

Prvi korak je definisanje strategije. Željeno stanje u oblasti upravljanja kvalitetom se može ostvariti kroz tri tipične strategije: strategiju radikalnog poboljšanja, strategiju postepenog poboljšanja i strategiju kontinualnog poboljšanja. Koja će strategija biti primenjena zavisi od konkretne situacije.

Povod za uvođenje sistema kvaliteta proizilazi iz ocene značaja kvaliteta za razvoj i poslovni uspeh logističkog sistema. Smer uvođenja i razvoja sistema kvaliteta zavisi od strukture i veličine logističkog sistema, kao i karaktera zabrane strategije. Postoje tri načina uvođenja funkcije kvaliteta u hijerarhijsku strukturu logističkog sistema: „odozgo prema dole“ (*Top-Down*), „odozdo prema gore“ (*Bottom-up*) i horizontalno.

U slučaju da kontinualno poboljšanje kvaliteta ne daje očekivane rezultate, neophodno je primeniti reinženjering procesa, tj. svaka kompanija treba da pronađe sopstvena rešenja u zavisnosti od konkretne situacije i od prirode samih procesa koji treba da budu podvrgnuti reinženjeringu.

3. CARINSKI PROPISI U SRBIJI I SUSJEDNIM ZEMLJAMA (BiH, HRVATSKA)

3.1. Uvoz poštanskih pošiljaka

Poštanske pošiljke iz inostranstva pristižu i za inostranstvo se otpremaju u direktnim i provoznim (tranzitnim) zaključcima. Prostorije za pregled i carinjenje poštanskih pošiljaka obezbeđuje Pošta carinjenja.

Poštanske pakete koje domaća pošta preuzima od strane pošte, prijavljuje graničnom carinskom organu na osnovu kopije ili prepisa Spiska razmene strane pošte, a vreće sa pismonosnim i EMS pošiljkama usmeno prijavljuje graničnom carinskom organu. Pošta koja je preuzela paketske zaključke od strane pošte upućuje ih izmeničnoj pošti.

3.2. Postupak u izmeničnoj pošti

Preuzimanje poštanskih zaključaka u nadležnoj izmeničnoj pošti se obavlja komisijski. Pismonosne pošiljke koje sadrže robu koja podleže carinskom pregledu se otpremaju nadležnim poštama carinjenja.

Poštanske pošiljke u uvozu koje ne podleže carinskom pregledu su: pismonosne pošiljke (isključivo sa ličnim porukama), brajeva pisma (sekogram), štampane stvari koje ne podležu plaćanju uvoznih dažbina i sve druge poštanske pošiljke za koje ne postoji obaveza dopremanja carinskom organu.

3.3. Postupak u pošti carinjenja

Zaključci sa poštanskim pošiljkama koje podleže carinskom pregledu, upućeni iz nadležne izmenične pošte, preuzimaju se u nadležnoj pošti carinjenja, pod carinskim nadzorom.

Ovlašćeni carinski službenik odvaja pismonosne pošiljke koje podleže carinskom pregledu od pošiljaka koje ne podleže tom pregledu. Pošiljke koje podleže carinskom pregledu nadležna pošta carinjenja prijavljuje carinskom organu pri toj pošti carinjenja.

Za robu za koju su propisani posebni uslovi carinski organ će sprovesti zahtevani carinski postupak i pustiti robu deklarantu samo ako su ispunjeni svi propisani uslovi. Za robu čiji je uvoz zabranjen carinska ispostava će doneti rešenje kojim će naložiti pošti carinjenja da se ta roba vrati u inostranstvo u roku koji ne može biti duži od osam dana od prijema rješenja. Za sakrivenu robu će carinski organ sastaviti zapisnik u tri primjerka.

Carinski postupak sa poštanskim pošiljkama treba biti završen najkasnije u roku od četiri dana od dana njihovog podnošenja carinskom organu, osim ako ne postoje neki opravdani razlozi.

U slučaju kada se poštanska pošiljka ne može uručiti primaocu ili kada primalac odbije prijem pošiljke, pošiljka se, kao neuručena, vraća nadležnoj pošti carinjenja. Nadležna pošta carinjenja neuručenu pošiljku vraćenu od odredišne pošte, podnosi carinskom organu kod kojeg je bila ocarinjena na ponovni pregled. Ako carinski organ u ponovnom pregledu utvrdi da je sadržina pošiljke nepromenjena, pošiljka će se najkasnije u roku od 48 sati vratiti pošiljaocu u inostranstvo.

3.4. Carinski postupak sa poštanskim pošiljkama koje se otpremaju u inostranstvo

Poštanske pošiljke koje se otpremaju u inostranstvo, a za koje postoji obaveza podnošenja carinskom organu, mogu se predati bilo kojoj organizacionoj jedinici poštanske mreže (prijemna pošta) ili direktno pošti carinjenja.

Pošiljke koje u uzvozu ne podležu carinskom pregledu, takođe ne podležu ni u izvozu.

Prednost pri izvoznom carinjenju u odnosu na pakete imaju: EMS pošiljke, pisma sa označenom vrednošću, pošiljke sa lako kvarljivom robom i lekovima, pismonosne pošiljke.

Sve poštanske pošiljke namenjene izvozu koje su prispele iz pošte carinjenja, izmenična pošta otprema inostranim poštama u propisanim zaključcima. Pismonosni, EMS i SV zaključci se prijavljuju usmeno graničnoj carinskoj ispostavi.

4. REGULATIVA EU (HRVATSKA)

Skori ulazak Republike Hrvatske u Evropsku uniju (01.07.2013.) je doveo do potrebe za usaglašavanjem carinskih postupaka u skladu sa zahtevima direktiva EU. Zajednički interes Pošte i Carine je da se, kroz redefinisanje carinskih postupaka i procesa, osigura uručenje poštanskih pošiljaka u najkraćem mogućem vremenu. Jedan od ciljeva je da se kroz izgradnju međusobnih partnerskih odnosa Pošte i Carine uspostave uspješne mere za sprečavanje unosa i prometa droge unutar Evropske unije, sprečavanje nekontrolisane međunarodne trgovine i komercijalnog iskorištavanja ugroženih vrsta (CITES) i dr.

Pošta treba da ima cilj da preraste ulogu „servisa” i preuzme ulogu glavnog nosioca procesa (agenta), a da Carina zadrži samo kontrolnu ulogu. Treba informatizovati postupak prijavljivanja robe i priključiti se međunarodnom CDS informatičkom sisemu.

Konačni cilj Pošte je da kroz dobro postavljene procese i procedure, ugrađene kontrolne mehanizme i nova informatička rešenja ostvari preduslove za dobijanje *Statusa povlašćenog vlasničkog subjekta* (AEO).

Jedan od koraka u tom pravcu je elektronska verzija poštansko-carinske prijave (SI.2.)

Slika 2. Aplikacija poštansko-carinska prijava

5. PAYPAL

PayPal je sistem koji radi kao posrednik na Internetu. To znači da se kupci i prodavci u trenutku obavljanja transakcije moraju nalaziti na PayPal-u. Plaćanje se obavlja direktno sa jednog PayPal računa na drugi, kreditnim i debitnim karticama ili elektronskim čekovima (SI.2.).



Slika 3. PayPal

Mehanizam koji koristi PayPal je prilično jednostavan. Novi korisnici moraju da ostave broj svoje kreditne kartice ili broj tekućeg računa, koji se verifikuje jednom nominalnom transakcijom. Posle toga novčane transakcije se obavljaju tako što kupac šalje e-mail uplatu direktno prodavcu. Ta uplata se odmah skida sa računa kupca i uplaćuje na račun koji je prodavac otvorio kod PayPal-a. Novac deponovan u ovom sistemu se može podići u vidu čeka koji će firma poslati poštom ili ga elektronski prebaciti na svoj tekući račun.

Prilikom poslovanja sa inostranstvom, korisnici u Srbiji mogu da kupuju i da koriste PayPal. Međutim, ono što ne postoji kao mogućnost jeste da korisnici primaju novac preko PayPal-a (što je jedna od najvećih prednosti tog sistema plaćanja u zemljama u kojima je u punoj upotrebi i funkciji), jer po zakonu ne mogu da imaju račune u inostranstvu i ne mogu da drže novac u inostranstvu, po čemu je Srbija jedna od poslednjih zemalja u regionu.

5.1. PTT i PayPal

Dolaskom PayPal-a u Srbiju, može se očekivati veliko povećanje Internet kupovine iz inostranstva. JP PTT saobraćaja „Srbija“ je spremno kako u situaciji koju može proizvesti dolazak PayPal-a tako i za svaku drugu vrstu elektronske trgovine.

PTT je vremenom uveo i mnoge novine u oblasti elektronskog poslovanja, a najnoviji proizvod koji dodatno osavremenjuje dostavu jeste uvođenje slanja SMS poruke svakome kome je stigla pošiljka. U toj

poruci se primalac obaveštava gde i kada treba da se dođe da bi preuzeo pošiljku.

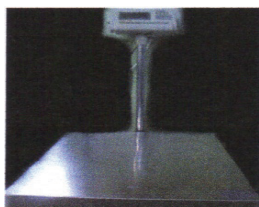
Evropska komisija u Digitalnoj agendi za Evropu ima cilj da do 2015. godine: 50% stanovništva EU kupuje putem Interneta, 20% stanovništva EU kupuje preko Interneta preko granice i 33% malih i srednjih preduzeća prodaje preko Interneta.

6. POŠTA CARINJENJA 21200 NOVI SAD

Pošta carinjenja 21200 Novi Sad vrši poslove podnošenja poštanskih pošiljaka u međunarodnom saobraćaju na carinski pregled nadležnoj carini.

Kod obrade zaključaka u Pošti carinjenja razlikujemo: obradu pošiljaka u uvozu i obradu pošiljaka u izvozu. Svi prispeli zaključci u pošti carinjenja se preuzimaju komisijski.

Paketski zaključci se preuzimaju na isti način kao i pismonosni zaključci. Digitalnom vagom (Sl.3.) se meri težina paketa pri spravljanju, a na Sl.4. su prikazane vage za pisma.



Slika 4. Digitalna vaga



Slika 5. Vage za pisma



Carinjenje se, takođe, odvija komisijski. Pisma iz koša se dostavljaju carinskom radniku na uvid kako bi on odvojio pošiljke koje podležu carinjenju od onih koje ne podležu carinskom pregledu. Carinski pregled paketa se vrši u zasebnoj prostoriji. Postupak carinjenja je isti za pismonosne i paketske pošiljke. Ocarinjene pošiljke se raspoređuju po poštanskim centrima

Pomoću PDT-a se skeniraju pošiljke, kao i nazivnica koja je namenjena za određeni poštanski centar kako bi se sve te pošiljke unele u kontejner za određeni pravac. Sve pošiljke se otpremaju u zaključcima prema odredišnim Poštanskim centrima.

Pregled rada se vodi svakog dana i to obavlja kratista. U Pregled rada se upisuje broj pošiljaka koje su prispele i broj pošiljaka koje se otpremaju iz pošte carinjenja. U pošti carinjenja se radi i izvoz poštanskih pošiljaka za inostranstvo.

Kao i u uvozu carinski radnik selektivno odvaja pošiljke koje idu na vanredni pregled od onih koje će osloboditi. Pošiljke koje se otpremaju avionskim prevozom moraju na sebi imati nalepnicu „par avion“ (Sl.5).



Slika 6. Nalepnica „par avion“

7. ZAKLJUČAK

Pošta Srbije je uvela uslugu PostExport (izvoz robe) 2011. godine, čime je pojednostavljen izvoz robe (bez redovnog carinskog postupka i JCI-a i bez ograničenja u pogledu učestalosti). Tako je obezbeđena usaglašenost sa važećim carinskim propisima i međunarodnom paket-skom tarifom. Pojednostavljen je proces uz upotrebu samo jednog obrasca (CP 72), čije je popunjavanje moguće elektronskim putem. Omogućeno je elektronsko praćenje statusa pošiljaka, putem Interneta, kao i informisanje putem Pozivnog centra.

U procesu pridruživanja EU, Pošta Srbije, najpre, treba da analizira i redefiniše procese i postupke, u cilju usklađivanja sa propisima EU. Neophodno je prostorno pozicioniranje procesa, radno vreme usklađeno sa potrebama procesa, obuka špedicije. Sa sigurnosnog aspekta treba uvesti ograničeno kretanje unutar poslovnog prostora i omogućiti ga samo zaposlenima, a komunikacija sa korisnicima treba da bude isključivo preko šaltera.

Takođe, Pošta Srbije treba da uvede nova informatička rešenja i kontrolne mehanizme (pridruživanje CDS informatičkom sistemu, uvođenje nove aplikacije za poštansko-carinsku prijavu, projekat video nadzora, unos pošiljaka u MIPS aplikaciju pri preuzimanju zaključaka i pošiljaka, itd.).

JP PTT saobraćaja „Srbija“ je nedavnim otvaranjem Regionalnog poštansko-logističkog centra „Novi Sad“ omogućilo prelazak sa dosadašnjeg ručnog na automatizovano sortiranje pošiljaka. Planira se otvaranje takvih centara u Beogradu i Nišu, čime će biti stvorena infrastruktura za savremeni poštanski sistem Srbije.

Za razvoj domaće elektronske trgovine bi bilo poželjno da postoji tzv. „srpski PayPal“, tj. servis koji bi domaćim firmama omogućio da otvore nalog, da ga stave na svoj sajt i da ga krenu koristiti za naplatu. Ako bi neka domaća firma htela da u Srbiji napravi sličan servis kao što je PayPal to ne bi mogla da uradi, jer su potrebni Zakon o platnim uslugama ili Zakon o elektronskom novcu.

8. LITERATURA

- [1] Kujačić, M., *Poštanski saobraćaj*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [2] Kilibarda, M., Zečević S., *Upravljanje kvalitetom u logistici*, Beograd 2008.
- [3] www.upravacarina.rs, posećeno septembra 2013.
- [4] www.carina.hr, posećeno septembra 2013.

Kratka biografija



Miloš Popović rođen je u Mostaru 1989. god. Diplomski-master rad je odbranio 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

**UNAPREĐENJE ORGANIZACIJE POŠTANSKE MREŽE I DOSTAVE NA PODRUČJU
NASELJA KLISA****IMPROVING THE ORGANIZATION AND DELIVERY OF THE POSTAL NETWORK IN
THE KLISA SETTLEMENT**

Bojan Gmitrović, Dragana Šarac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – *Ovaj rad bavi se pronalaženjem i predlaganjem pojedinih rešenja za unapređenje poštanskih usluga i dostave na području naselja Klisa.*

Abstract – *This paper is concerned with finding and proposing some solutions to improve the postal services and delivery in the Klisa settlement.*

Ključne reči: pošta, dostava, rejoni, pokretna pošta

1. UVOD

Sledeća godina 2014. trebalo bi da bude prekretnica u tehnološkom razvoju, stavljanjem u rad tri nova glavna poštanska centra (GPC) u okviru kojih će biti instalirane automatizovane mašine za sortiranje pismonosnih usluga. Jedan od ta tri nova preradna centra nalazi se u Novom Sadu. Lokacije preradnog centra u Novom Sadu i uvođenje automatizovanog načina prerade pismonosnih pošiljaka, dovešće do reorganizacije svih faza prerade poštanskih pošiljaka pa i faze uručjenja. Od posebnog značaja biće reorganizacija dostave na celookupnom području Grada Novog Sada, jer se radi o složenom i dugotrajnom procesu, koji zahteva prikupljanje informacije neposredno sa terena.

Obzirom da se novi Regionalni poštansko-logistički centar „Novi Sad” u okviru kojeg će se nalaziti i dostavna pošta 21127, nalazi na naselju Klisa, logično je da reorganizacija dostave bude započeta sa ovog područja, što zapravo predstavlja predmet ovog rada.

Zbog toga je neophodno analizirati dato područje i unaprediti kvalitet dostave na njemu. Na taj način će se stvoriti mogućnost za lakšu reorganizaciju ostalih dostavnih područja Grada Novog Sada.

Kako bi reorganizovali i unapredili neko dostavno područje, u ovom slučaju dostavno područje pošte 21127, neophodno je analizirati širi aspekt tog područja (regionalni, gradski urbanistički, demografski, itd.) čime se bavi jedno od poglavlja ovog rada.

Nakon toga rad se bavi analizom isključivo dostavnog područja i rejonu pošte 21127, a poslednja poglavlja se bave predlaganjem rešenja za unapređenje poštanske mreže i procesa uručjenja na području naselja Klisa, kao i analizom jednog od tih rešenja, odnosno modela pokretne pošte, kao alternativnog i inovativnog rešenja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Dragana Šarac, docent.

**2. ORGANIZACIJA DOSTAVNOG PODRUČJA
POŠTE**

U proizvodnom ciklusu prenosa poštanskih pošiljaka, koji počinje prijemom pošiljke od korisnika, uručjenje poštanskih pošiljaka predstavlja završnu fazu jedinstvenog tehnološkog procesa (prijem, otprema, transport, prispeće i uručjenje). S obzirom na način na koji se pošiljke uručuju primaocu, razlikujemo dva organizaciona oblika uručjenja: dostavu i isporuku [1].

2.1. Osnovne karakteristike dostave

Kada govorimo o dostavi, tada mislimo na uručjenje pošiljaka primaocu u stanu ili neposredno u njegovoj poslovnoj prostoriji, dok se pod isporukom podrazumeva uručjenje pošiljaka u samoj pošti, odnosno preko poštanskog pregradka, isporučnog ili post-restant šaltera. Veoma važna karakteristika i dostave i isporuke jeste, da oba oblika zahtevaju dobro postavljenu organizaciju u samom poštanskom sistemu, odnosno u svakoj radnoj jedinici PTT mreže. Sam sistem dostave zahteva dva područja delatnosti, jedan je proizvodni (unutrašnja organizacija pripreme pošiljaka za dostavu) a drugi je uslužni (delatnost poštunoše na dostavnom rejonu). Za razliku od dostave, sistem isporuke obrazuje samo jedno područje delatnosti, odnosno unutrašnju organizaciju na pripremi pošiljaka za isporuku. Stoga, možemo i sami zaključiti da je sistem isporuke pošiljaka znatno ekonomičniji od sistema dostave [1].

2.2. Dostavno područje

Dostavno područje pošte je teritorija na kojoj se organizovano i sistematski vrši dostava svih vrsta poštanskih pošiljaka, a po pravilu se dostavno područje poistovećuje sa područjem same pošte. Postoji nekoliko podela dostavnog područja, pri čemu je najbitnija podela prema:

- teritoriji
- teritorijalnoj organizaciji
- organizaciji dostave
- tipu gradnje
- konfiguraciji terena [1].

2.3. Dostavni rejon

Pošto smo definisali i odredili tipove dostavnog područja, u daljem tekstu biće više reči o dostavnom rejonu i njegovim bitnim karakteristikama. Naime, dostavni rejon je deo dostavnog područja pošte, koje poštunoša obiđe jednim hodom u toku jednog radnog dana, pri čemu vrši dostavu poštanskih pošiljaka lično primaocu na nazna-

čenu kućnu adresu. Da bi pravilno postavili, odnosno organizovali dostavne rejone, moramo unapred postaviti ciljeve koje želimo da ostvarimo [1].

3. PARAMETRI ZA ODREĐIVANJE VELIČINE DOSTAVNOG REJONA - JP PTT SAOBRAĆAJA "SRBIJA"

Na osnovu analize dostavnog područja, količine pošiljaka na dostavi kao i praćenja neposrednog rada dostavljača, iskazuju se parametri koji treba da karakterišu dostavni rejon. Nakon izračunavanja radnog učinka dostavljača uz poštovanje svih parametara, vrši se ujednačavanje opterećenosti reiona na dostavnim poštama i pristupa njihovom formiranju.

Parametri koji se koriste za određivanje veličine dostavnog reiona su:

- demografska struktura područja (analiza stanovništva i gustine domaćinstava)
- pređeni put poštomoše,
- količina pošiljaka na dostavi,
- tip gradnje zastupljen na području [1].

4. POŠTANSKA MREŽA NA PODRUČJU JUŽNOBAČKOG OKRUGA

Grad Novi Sad kao glavni grad pokrajne Vojvodine i Južnobačkog okruga sastoji se iz dve opštine: Novi Sad i Petrovaradin. U administrativnom smislu naselje Klisa sastoji se od tri mesne zajednice a to su Klisa, Vidovdansko naselje, Slana bara i pod upravom su opštine Novi Sad. Posmatrano sa tačke poštanskog saobraćaja navedene tri mesne zajednice predstavljaju jednu celinu kao dostavno područje i deo su dostavnog područja Južnobačkog okruga. Prema tome celokupno naselje na teritoriji tri pomenute mesne zajednice nazivaćemo u buduće Klisa.

4.1. Organizacija dostave na području Južnobačkog okruga i naselja Novi Sad

Proces dostave pošiljaka na području Južnobačkog okruga počinje prispećem pošiljaka u GPC-u Novi Sad, a završava se činom uručjenja na kućnoj adresi ili odgovarajućoj poštanskoj jedinici.

Glavni poštanski centar Novi Sad vrši koncentraciju svih pošiljaka koje treba da budu uručene na području Južnobačkog okruga. Takođe u GPC-u se usmeravaju sve pošiljke koje pristižu iz Vojvodine ka poštanskim centrima širom Srbije. Pošiljke se prvo sortiraju po vrsti, a zatim po poštanskim centrima ili okruzima ka kojima treba da budu otpremljena. Pismanosne pošiljke koje treba da se uruče na području naselja Novog Sada (od 21101 do 21138), pripremaju se za dostavu u samom GPC-u (21200) a kasnije otpremaju ka dostavnim poštama, gde se uručuju po rejonima. Pismanosne pošiljke koje glase na mesta Južnobačkog okruga razvrstavaju se po poštanskim brojevima i kasnije upućuju ka poštanskim centrima kojima pripadaju. Ostale pismanosne pošiljke (ostali vojvođanski okruzi) se razvrstavaju po poštanskim centrima kojima pripadaju, a kasnije upućuju ka njima (ako glase na ostatak Srbije ili na PC Sremska Mitrovica i PC pančevo šalju se prvo za 11200 GPC Beograd).

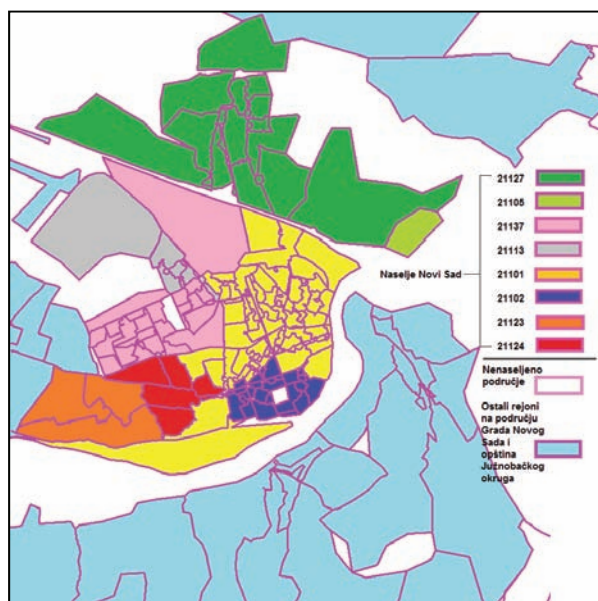
Obične paketske pošiljke koje glase na naselje Novi Sad usmeravaju se ka pošti 21102 u kojoj se organizuje priprema za dostavu. Ostale obične paketske pošiljke koje glase na Južnobački okrug, sortiraju se po poštanskim brojevima, a kasnije se upućuju ka poštanskim centrima kojima pripadaju. Ostale obične paketske pošiljke šalju se ka poštanskim centrima kojima pripadaju pošte na koje glase pošiljke. Post-ekspres pošiljke koje treba da se uruče na području grada Novog Sada dopremaju se do pošte 21138 gde se vrši njihova priprema za dostavu. Sa ostalim post-ekspres pošiljkama (koje glase na Južnobački ili neki drugi okrug širom Srbije) postupa se isto kao i sa običnim paketskim pošiljkama.

Na području Južnobačkog okruga nalazi se 264 reiona od kojih se 142 reiona nalazi na području grada Novi Sad (opštine Novi Sad i Petrovaradin), što je više od polovine dostavnih reiona na celokupnom području. Na teritoriji naselja Novi Sad nalazi se 100 dostavnih reiona.

Dostavno područje naselja Novi Sad sastoji se od 8 celina. Svaka od tih osam celina sadrži jednu dostavnu poštu koja opslužuje dostavne rejone na svom području. Pošte koje vrše dostavu na području naselja Novog Sada su:

- 21101 više naselja – 46 reiona
- 21102 više naselja – 13 reiona
- 21105 naselje Šangaj – 1 rejon
- 21113 naselje Detelinara – 6 reiona
- 21123 naselje Adice – 3 reiona
- 21124 naselje Telep – 5 reiona
- 21127 naselje Klisa – 8 reiona
- 21137 Novo naselje – 18 reiona

Na slici broj 1 prikazana su dostavna područja naselja Novi Sad, kao i dostavni reioni tih dostavnih područja. Može se zaključiti da su centralni delovi naselja u kojima dominiraju gradske stambene četvrti, izdvojeni na veći broj dostavnih reiona za razliku od perifernih naselja u kojima je zastupljena niskogradnja. Što se tiče veličine dostavnih reiona, takođe je uticala naseljenost i tip gradnje, pa su reioni na perifernim delovima naselja uglavnom veći od centralnih delova naselja Novi Sad.



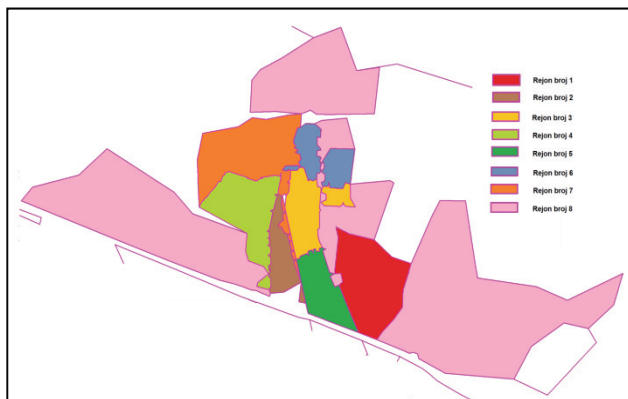
Slika 1. Dostavni reioni na području naselja Novi Sad

5. KARAKTERISTIKE DOSTAVNOG PODRUČJA POŠTE 21127

Prethodno smo videli da naselje Klisa predstavlja deo naselja Novi Sad kako u administrativnom i urbanističkom smislu tako i u smislu organizacije dostave poštanskih pošiljki. Prema tome možemo reći da ovo dostavno područje ima gradski karakter, ali sa druge strane ne možemo u potpunosti reći da ovo područje ima isključivo odlike gradske dostave. Urbanistički gledano u naselju prevlađuju porodični stambeni objekti (niskogradnja), što naselju daje izgled ruralnog naselja ravničarskog tipa. Za ovaj tip je karakteristična zbijena gradnja koja inače i dominira u naseljima na Klisi, sa pojedinim odstupanjima u industrijskim zonama i delovima naselja Gornje livade. Upravo iz tih razloga dostavljači koriste bicikle što je karakteristično za seosku dostavu. Sve ove karakteristike kao i sam položaj naselja i zavisnost od ostatka grada dovode do dnevnih migracija (đaci, radnici) stanovništva u centralna naselja Novog Sada. Takođe industrijske zone na području Klise zapošljavaju stanovništvo iz svih krajeva grada i okolnih mesta tako da se dešavaju i dnevne migracije ka naselju. Zbog velikog protoka ljudi kroz naselje, područje Klise je povezano čestim gradskim prevozom, što naselju daje dodatni gradski karakter. Takođe zbog blizine bitnih saobraćajnica kroz naselje svakodnevno tranzitira veliki broj ljudi iz okolnih naselja, gradova, regija. Sve navedeno ukazuje na karakteristike užeg dostavnog područja.

5.1. Dostavni rejonii pošte 21127

Poštanska jedinica 21127 Novi Sad pokriva dostavom celokupno područje naselja Klisa. Kao jedina na tom području organizuje centralizovanu dostavu, ako naselje posmatramo kao odvojenu celinu. Dostavno područje na Klisi podeljeno je na 8 rejonaa na način koji je prikazan na slici broj 2.



Slika 2. Prikaz dostavnih rejonaa pošte 21127

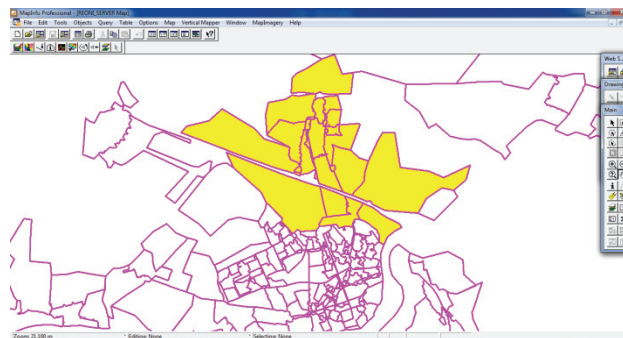
Obzirom da kroz središnji deo prolaze dve najprometnije ulice u naselju, pa je i koncentracija stanovnika u tom delu najveća, logično je da će u tom delu biti najviše korisnika. Zbog toga je najviše rejonaa u središnjem delu naselja. Takođe, uočava se da periferni deo naselja pokriven najvećim rejonom broj 8, koji obuhvata najređe naseljene delove naselja. Rejoni broj 1,2,5,6 su najgušće naseljeniji, rejoni broj 3,4,7 nešto ređe od prethodno

nabrojanih, dok je rejon broj 8 najređe naseljen i predstavlja na neki način pomoćni rejon ostalim rejonima. Produktivnosti pojedinih dostavnih rejonaa bitno su uticale na njihov izgled. Tako na primer rejoni 1 i 5 imaju relativno pravilne oblike i jasne granice, dok rejoni broj 2,3,4,6,7 imaju nepravilne oblike i „zalaze“ teritorijalno jedni u druge. Rejoni 2,3,4,6,7 su prvobitno drugačiji izgledali, ali tako organizovani nisu bili produktivni, pa su pojedinim rejonima dodavani pakovi drugih rejonaa (odnosno delovi drugih rejonaa). Na taj način je izvršeno ujednačenje produktivnosti rejonaa što je dovelo do nepravilnih oblika rejonaa.

6. UTICAJ NOVE LOKACIJE GPC-a NA ORGANIZACIJU DOSTAVE POŠTE 21127

Obzirom da se novi GPC nalazi upravo na području naselja Klise, a jedina dostavna pošta u tom delu grada 21127 je u iznajmljenom prostoru, logično je da će pošta 21127 biti prebačena u prozorije novog GPC-a u Primorsku 5. Na takvom položaju i u takvom objektu ova pošta bi mogla da pokriva i delove preko kanala DTD a ne samo na području Klise i tako rastereti ostala dostavna područja posebno područje dostavne pošte 21101. Tako pošta 21127 ne bi imala kao do sada, isključivo lokalni karakter, nego bi imala značajniju ulogu u poštanskoj mreži grada Novog Sada.

Pre svega tu se misli na rejone broj 18, 91, 66 (deo oko kanala DTD) dostavne pošte 21101 i rejon broj 23 (industrijska zona oko kanala DTD) dostavne pošte 21137. Osim što bi se rasteretila dostava pošte 21101, dostavljači bi prelazili manje rastojanje do rejonaa, a obzirom da je na tim rejonima zastupljena takođe niska gradnja, dostavljači bi takođe koristili bicikle (osim rejonaa 23 i 66 gde bi se koristila vozila zbog veličine rejonaa). Na slici broj 3 prikazan je izgled dostavnog područja pošte 21127, prelaskom te pošte na novu lokaciju (Primorska 5)



Slika 3. Područje koje bi mogla da obuhvata dostavna pošta 21127 prelaskom na lokaciju novog GPC-a

7. POKRETNA POŠTA KAO SREDSTVO ZA UNAPREĐENJE KVALITETA DOSTAVE I POŠTANSKIH USLUGA NAPODRUČJU KLISE

Otvaranje novih poštanskih jedinica na području Klise ne bi bilo finansijski isplativo, pre svega zbog strukture stanovništva kao i samog karaktera naselja. Zbog toga se na ovakvim i sličnim naseljima otvaraju ugovorne pošte koje su znatno finansijski isplativije nego izgradnja novih objekata. Otvaranjem ugovornih pošta na) znatno bi

se unapredila poštanska mreža i dostava na ovom području. Ali, za otvaranje ugovorne pošte potrebna je i saglasnost druge strane (firme, preduzeća) koja će prihvatiti obavezu propisanu od strane pošte kao preduzeća, za pružanje poštanskih usluga. Kao alternativno rešenje za unapređenje poštanske mreže i dostave na području Klise jeste uvođenje pokretne pošte. Iako je pokretna pošta koncipirana kao sredstvo za pružanje usluga korisnicima, prvenstveno usluga platnog prometa i prijema pošiljaka, pokretna pošta na području Klise imala bi više dostavni karakter. Tu se pre svega misli na unapređenje dostave i poboljšanje uslova dostavljača koji prelaze velika rastojanja do rejonu ili u povratku do dostavne pošte.

Red vožnje pokretne pošte razlikovao bi se radnim danima i vikendom. Radnim danima red vožnje i satnica bili bi prilagođeni najviše dostavljaču na rejonu broj 8 jer obilazi najudaljenije delove naselja i uglavnom „velike“ korisnike. Obzirom da dostavljač na ovom rejonu već koristi vozilo za dostavu pokretna pošta bi bila instalirana u okviru tog vozila ili nekog većeg u zavisnosti od potrebe.

Uvođenjem pokretne pošte na području Klise znatno bi se poboljšao kvalitet dostave, jer bi dostavljači prelazili manja rastojanja, a pružanje poštanskih usluga na perifernim delovima naselja bilo bi na većem nivou. Takođe, rejonu bi ostali isti, odnosno ne bi bilo potrebe za reorganizacijom, koja bi bila neizbežna zbog promene lokacije dostavne pošte. Takođe, ne bi bilo potrebe za otvaranjem novih poštanskih jedinica, a obzirom da ostvaruje određeni profit, pokretna pošta bi ujedno smanjila troškove dostave.

Nedostaci uvođenja pokretne pošte su uglavnom tehnološkog karaktera. Obzirom da takvo namensko vozilo trenutno ne postoji na našem tržištu, pokretna pošta bi morala da se opremi postojećom dostupnom šalterskom opremom sa baterijskim napajanjem i npr. 3G mobilnom internet mrežom. Jedan od problema kod pokretnih pošta je bezbednost vozila i pošiljaka. Obzirom da bi ovo vozilo prevozilo i novac od uplata, postojao bi rizik od napada pljačkaša i razbojnika, pa bi vozilo moralo da bude obezbeđeno kamerama i alarmima.

Ipak svi ovi nedostaci su prvenstveno tehnološke prirode koji bi mogli uz minimalna ulaganja da se reše, kako bi se obezbedile sve pogodnosti uvođenja pokretne pošte. Tako na primer mnogo je jeftinije tehnološki osposobiti jedno vozilo nego reorganizovati celo dostavno područje, ili otvarati nove objekte ili ugovorne pošte.

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršena je analiza dostavnog područja pošte 21127 na Klisi i na osnovu prikupljenih podataka sa terena dati su predlozi za unapređenje poštanske mreže i dostave. JP PTT saobraćaja „Srbija“, RJ Novi Sad, otvaranjem novog Regionalnog poštansko-logističkog centra „Novi Sad“ ima priliku da unapredi dostavu na čitavom području Grada Novog Sada. Specifičan položaj i karakter naselja Klisa učinio je da upravo ovo područje postane centar poštansko-logističkog sistema na prostoru AP Vojvodina. Pružena je prilika da se dostava na ovom području poveća na viši nivo, a posebno na periferiji naselja, gde se nalaze „veliki“ korisnici.

Implementacijom modela pokretne pošte izbegao bi se skup i dugotrajan proces reorganizacije dostavnih rejonu pošte 21127, koji bi bio neizbežan zbog promene lokacije pomenute dostavne pošte, čime bi se znatno finansijski uštedelo na organizaciji dostave. Pored toga, pokretna pošta bi ostvarivala određen profit pružanjem šalterskih usluga na pojedinim lokacijama. Najveći značaj ovog modela ogleda se u tome, što bi veoma lako mogao da se primeni na pojedina dostavna područja Grada Novog Sada, koja su sličnog karaktera kao i naselje Klisa (Telep, Adice, Kamenjar, Šangaj). Takođe, ovakav ili sličan model mogao bi da se primeni i u drugim gradovima i naseljima širom naše države, stim da bi prethodno moralo da se prikupe podaci neposredno sa terena i da se izvrši detaljna analiza područja, kao što je to urađeno u ovom radu.

9. LITERATURA

- [1] Pravilnik o opštim uslovima za obavljanje poštanskih usluga, JP PTT saobraćaja Srbija (2011), Beograd

Kratka biografija:



Bojan Gmitrović rođen je u Indiji 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2013. godine.

EFEKTIVNOST OGLAŠAVANJA HRANE I PIĆA GASTRONOMSKIM IKONAMA ILI TROPAMA U ŠTAMPANIM OGLASIMA: EMPIRIJSKO ISTRAŽIVANJE**PRINT ADVERTISING EFFECTIVENESS OF FOOD AND DRINKS USING GASTRONOMICAL ICONS OR TROPES: AN EMPIRICAL STUDY**

Snežana Grabovica, Uroš Nedeljković, Irma Puškarević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu ispitano je na koji način vizuelni sadržaj štampanih oglasa, tj. vizuelno kodiranje poruka u oglasima za usluge i proizvode hrane i pića, utiče na emocionalni odgovor, kao i na vreme kašnjenja odgovora ispitanika. Postavljene su dve hipoteze. Prema prvoj hipotezi, očekivan je pozitivniji emocionalni odgovor ispitanika prema oglasima vizuelno kodiranim gastronomskom ikonom. Prema drugoj hipotezi, očekivano je veće kašnjenje odgovora za oglase sa dominantnim tropološkim sadržajem. Sproveden je eksperiment u kom su ispitanici, uz pomoć Self Assessment Manikin (SAM) instrumenta, ocenjivali svoju emocionalnu reakciju na oglase i vreme kašnjenja odgovora. Iz rezultata uviđamo da glavna hipoteza rada nije jasno potvrđena niti opovrgnuta, dok je hipoteza dva potvrđena.

Abstract – The aim of this paper is to determine how the ad content i.e. visually encoded message in print ads for food and drink products and services affects viewers emotional response and the response latency time. The two hypotheses were postulated. According to the first hypothesis a better emotional response was expected to the iconic content. According to the second hypothesis the higher response latency was expected for the use of tropological content. An experiment was designed where the participants rated their emotional response using Self-Assessment Manikin (SAM) scale toward both types of advertisements. At the same time the response latency was measured. The results show that the main hypothesis was neither confirmed nor disproved, whereas the second hypothesis was confirmed.

Ključne reči: gastronomska ikona, ikonički sadržaj, tropološki sadržaj, emocionalni odgovor, vreme kašnjenja odgovora, efektivnost oglasa.

1. UVOD

Stav prema oglasu dobijao je sve veću pažnju kao uzročno-poslednička promenljiva u procesu u kom oglašavanje utiče na nameru kupovine proizvoda i na stav prema brendu [1]. Prvobitno se u istraživanjima koristila ad-liking skala (skala dopadljivosti oglasa) koju podržava projekat ARF copy-testing [2]. Kasnija istraživanja pokazuju da se bolje informacije o afektivnom odgovoru ispitanika postižu ukoliko se skala proširi na emotivni

odgovor [3]. U novije vreme marketing istraživači posvećuju puno pažnje emotivnom odgovoru. Razlog ovome se nalazi u studijama koje potvrđuju da afektivni odgovor nije/ne mora biti u vezi sa kognitivnim aspektom. [4]. Pri ispitivanju efektivnosti oglasa, važan faktor je uticaj apela na urođene i stečene instinkte ljudi. Apel predstavlja centralnu ideju iza poruke oglasa. U istraživanju efikasnosti nivoa vizuelnog kodiranja poruke u štampanim oglasima za proizvode ili usluge hrane i pića" [5], autori iz nalaza ove studije tumače da kod oglašavanja ove specifične robe ili usluge upotreba 'gastronomске ikone' garantuje pozitivnije valence i veće uzbuđenje, tj. pozitivnije emocionalni odgovor. U ovoj studiji je ponovno testirana hipoteza da se gastronomskom ikonom pobuđuju primarni nagoni što putem niza sinestezija izaziva pozitivniji emocionalni odgovor.

2. SADRŽAJ OGLASA KAO ELEMENT VIZUELNOG REGISTRA PORUKE

Savremeno oglašavanje, više nego ikada, suočava se sa izazovom formiranja adekvatne i atraktivne vizuelne poruke, koja će zadržati pažnju posmatrača i navesti ga na akciju. Umberto Eco [6] je napravio podelu na vizuelni i verbalni registar, i u okviru vizuelnog registra ustanovio pet sadržaja: ikonički, ikonografski, tropološki, topički i entimematički. U ovom radu testira se reakcija ispitanika na ikonički i tropološki sadržaj. Ikonički sadržaj najčešće je izražen slikom (ikonom) kojom je najpribližnije iskazana fizička vrednost teme, ali i kojom se mogu odrediti njeni posebni kvaliteti. Ako posmatramo štampane oglase za usluge ili proizvode hrane i pića, ikonički sadržaj opisaćemo kao fotografski prikaz proizvoda ili usluge. Tropološki sadržaj obuhvata upotrebu vizuelnih tropa kao stilskih figura. Suština je da je poruka u ovoj vrsti sadržaja predstavljena maštovito i neobično, na nekonvencionalan način, i ponekad je potrebno više vremena da bi bila shvaćena nego poruka ikoničkog sadržaja.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ HIPOTEZA**3.1. Impulsi i apeli**

Pokretačke snage koje nas navode da obratimo pažnju na određene pojave su instinkti i tendencije u nama. Prema profesoru Nikoli Rotu [7] razlikuju se urođeni i stečeni instinkti. Instinkti koji se kvalifikuju kao urođeni su: instinkt straha, instinkt žeđi, instinkt za hranom, roditeljski instinkt, seksualni instinkt, instinkt za odmorom, i dr. Sa druge strane, za razne grupe tendencija

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Uroš Nedeljković, docent.

i osećanja, koji su formirani pod uticajem našeg iskustva, može se reći da su stečeni ili intelektualni. Ovi instinkti se manifestuju kao: društveni instinkti, instinkt za znanjem, instinkt za borbom, instinkt za štednjom, instinkt patriotizma, itd. Retorika oglasa sa preovlađujućim tropološkim sadržajem, zajedno sa ostalim nivoima vizuelnog registra, pretpostavimo stoga, pobuđuje stečene ili intelektualne instinkte. Sa druge strane, pretpostavlja se da oglasi u kojima se koriste gastronomske ikone najuspešnije provociraju urođene instinkte jer su oni tesno povezani sa primarnim emocionalnim reakcijama.

3.2. Cilj istraživanja

Vizuelno kodiranje ikoničkog ili tropološkog sadržaja u štampanim oglasima za uslugu i proizvode hrane i pića, pretpostavimo, kod ispitanika izaziva različite emocionalne reakcije. Stoga je cilj ovog rada da se utvrdi koji od pomenutih nivoa vizuelnog registra izaziva pozitivnije emocionalne reakcije, odnosno, koja vrsta oglasa je efektivnija. S obzirom na to da je emocionalna komponenta stava jednako značajna kao kognitivna, odnosno da prema Morris et al. [4] snažnije od kognitivni stavovi utiče na formiranje konativnih stavova, (namere za kupovinu i interesa za brend) kao jedan od ciljeva nameće se i provera u koliko bi oslanjanje na merenje emocionalnog odgovora dalo uverljive rezultate. Zbog toga je kao dodatni copy-testing u ovom istraživanju urađen i test prisećanja (recall test) na vizuelni sadržaj oglasa i oglašavani brend.

3.3 Hipoteze

H1: Očekuje se pozitivniji emocionalni odgovor za dimenzije zadovoljstva i uzbuđenja kod oglasa sa dominantnim ikoničkim sadržajem.

H2: Očekuje se veće kašnjenje odgovora za dimenzije zadovoljstva i uzbuđenja kod oglasa sa tropološkim sadržajem.

3.4. Metod

U istraživanju je učestvovalo 60 ispitanika, starosti od 17 do 64 godine (prosečna starost - 26 godina). Od ukupnog broja ispitanika 48,33 % bilo je ženskog pola (29 osoba), a 51,66 % muškog pola (31 osoba). Pored navedenih podataka o ispitanicima, za rezultate istraživanja bio je bitan podatak o tome koliko se ispitanika bavi grafičkim dizajnom, da bi se utvrdilo da li i kakav uticaj poznavanje grafičkog dizajna ima na doživljaj oglasa. Grafičkim dizajnom se bavi 20 % (12) ispitanika, dok preostalih 80 % (48) ispitanika nema nikakvog znanja o grafičkom dizajnu. Instrument za ispitivanje se sastojao od 20 relevantnih oglasa podeljenih u dve grupe, prema sadržaju, na one sa ikoničkim i one sa tropološkim sadržajem (prvih 10 oglasa su ikoničkog, a drugih 10 tropološkog sadržaja). Oglasi prikazuju 5 kategorija proizvoda i usluge, a to su : kafa, slatkiš, pivo, restoran i sok. Svaka od pomenutih kategorija prikazana je kroz četiri oglasa, od kojih su dva sa dominantnim ikoničkim, a dva sa dominantnim tropološkim sadržajem. Među selektiranim stimulusima nije bilo oglasa za brendove prisutne na tržištu u Republici Srbiji, čime je isključena mogućnost predhodnih ubeđenja i stavova prema bredu. Proizvodi i usluge na oglasima sa dominantnim ikoničkim sadržajem (prva kategorija oglasa) vizuelno retorički kodirani su gastronomskim ikonama ili kombinacijom

gastronomске ikone i metonimije. Proizvodi i usluge na oglasima sa dominantnim tropološkim sadržajem vizuelno retorički kodirani su vizuelnim tropama metafore ili personifikacije (druga kategorija oglasa).

Ispod svakog oglasa nalazile su se skale *Self-Assessment Manikin (SAM)*[8] neverbalne tehnike za merenje emocija koja se sastoji od tri dimenzije—zadovoljstva, uzbuđenja i dominacije (pleasure, arousal, and dominance—PAD). Nakon posmatranja oglasa ispitanik popunjava skalu, posle čega se prelazi na sledeću stranu. Svaka od tri skale ima 9 polja, a zadatak ispitanika je bio da obeleže ono polje koje u trenutku posmatranja oglasa najbolje predstavlja njihovu emocionalnu reakciju izazvanu oglasom. Na početku instrumenta za ocenjivanje nalazi se detaljno objašnjenje o tome šta svaka skala predstavlja. Ispitanicima je traženo da pomoću tih skala ocene svoje emocionalno stanje. Oni nisu znali nijedan drugi detalj o istraživanju.

Za svaki oglas beleženo je vreme kašnjenja odgovora svakog ispitanika (u milisekundama) za sve tri PAD dimenzije. Pomoću modifikovane verzije SAM tehnike meren je emocionalni odgovor na stimulse i vreme kašnjenja odgovora.

3.5. Test prisećanja

Recall test se koristi i u marketingu i zahvaljujući njemu, mogu da se dobiju informacije o tome koji oglasi su najupečatljiviji i može se reći da je on pokazatelj toga koji elementi oglasa najviše provociraju publiku. U tom cilju, po završetku eksperimenta urađen je recall test u obliku ankete, koju su ispitanici popunjavali posle posmatranja i ocenjivanja oglasa. Oni su na početku ankete uneli podatke o svom polu i godinama. Recall test je urađen za reprezentativni uzorak od 20 ispitanika, starosti od 17 do 44 godine (prosečna starost - 25 godina). Ženskog pola je bilo 65% ispitanika (13 osoba), a muškog pola 35% ispitanika (7 osoba). U anketi su postavljena tri pitanja za svaku kategoriju oglašavanih proizvoda, na primer za kategoriju proizvoda - kafa:

1) Koji oglas za kafu Vam je ostao u sećanju?

2) Da li se sećate koji brend se reklamira u tom oglasu?

3) Koji reklamirani brend kafe Vam je ostao u sećanju?

Zatim su za preostale kategorije (pivo, sok, restoran, slatkiš) ponovljena ista pitanja.

4. ANALIZA REZULTATA I DISKUSIJA

4.1. Emocionalni odgovor svi ispitanici

Za utvrđivanje razlika u ocenama emocija za sve tri dimenzije koristili smo analizu varijanse (ANOVA) Nivo značajnost definisan je na $p < 0.05$.

Dimenzija	F	p
Zadovoljstvo	1,999	,158
Uzbuđenje	4,712	,030
Dominacija	3,409	,065

Tabela 3. ANOVA analiza PAD dimenzije za sve oglase

Uočen je značajan uticaj sadržaja oglasa na ocenu dimenzije uzbuđenja, gde je zabeležena značajna

statistička razlika, $p=0,03$. Analiza je pokazala da nema značajnog uticaja sadržaja oglasa na ocenu dimenzija zadovoljstva i dominacije.

Nakon ANOVA analize, vršena je Post Hoc analiza, tj. međusobno poređenje svih oglasa. Za dimenziju uzbuđenja, pokazalo se da postoji značajna statistička razlika kod poređenja sledećih oglasa:

Ogl#2 ($M=4,23$, $SD=2,14$) i Ogl#6 ($M=5,75$, $SD=2,16$) $p=0,04$; Ogl#2 ($M=4,23$, $SD=2,14$) i Ogl#7 ($M=6,15$, $SD=2,45$) $p=0,001$; Ogl#2 ($M=4,23$, $SD=2,14$) i Ogl#17 ($M=6,43$, $SD=2,03$) $p=0$; Ogl#2 ($M=4,23$, $SD=2,14$) i Ogl#18 ($M=6,03$, $SD=2,37$) $p=0,003$; Ogl#4 ($M=4,68$, $SD=2,1$) i Ogl#17 ($M=6,43$, $SD=2,03$) $p=0,005$; Ogl#7 ($M=6,15$, $SD=2,45$) i Ogl#9 ($M=4,3$, $SD=2,17$) $p=0,002$; Ogl#8 ($M=4,77$, $SD=1,99$) i Ogl#17 ($M=6,43$, $SD=2,03$) $p=0,11$; Ogl#9 ($M=4,3$, $SD=2,17$) i Ogl#17 ($M=6,43$, $SD=2,03$) $p=0$; Ogl#9 ($M=4,3$, $SD=2,17$) i Ogl#18 ($M=6,03$, $SD=2,37$) $p=0,006$; Ogl#11 ($M=4,72$, $SD=2,07$) i Ogl#17 ($M=6,43$, $SD=2,03$) $p=0,007$; Ogl#17 ($M=6,43$, $SD=2,03$) i Ogl#20 ($M=4,88$, $SD=2,19$) $p=0,03$.

4.2. Emocionalni odgovor unutar grupa

Analizirani su odvojeno odgovori ispitanika koji se bave grafičkim dizajnom i onih koji se time ne bave. Kod grafičkih dizajnera je uočena značajna statistička razlika kod sve tri PAD dimenzije (Tabela 2.) Zabeležen je pozitivniji emocionalni odgovor za oglase sa dominantnim tropološkim sadržajem, nego za oglase sa ikoničkim sadržajem. Kod ispitanika koji se ne bave grafičkim dizajnom, ni za jednu PAD dimenziju nema značajnih statističkih razlika.

Dimenzija	F	p
Zadovoljstvo	5,661	,018
Uzbuđenje	11,420	,001
Dominacija	17,047	,000

Tabela 2. Značajna statistička razlika unutar grupe za grupu ispitanika grafički dizajneri

4.3. Vreme kašnjenja odgovora svi ispitanici

Kada je vreme kašnjenja odgovora u pitanju, analizom varijanse uočen je uticaj sadržaja oglasa na kašnjenje odgovora kod dimenzije zadovoljstva, gde je zabeležena značajna statistička razlika, $p=0,009$.

Analiza je pokazala da nema značajnog uticaja sadržaja oglasa na vreme kašnjenja odgovora kod dimenzija uzbuđenja i dominacije.

Dimenzija	F	p
Zadovoljstvo	6,802	,009
Uzbuđenje	,053	,817
Dominacija	1,884	,170

Tabela 4. Značajna statistička razlika za vreme kašnjenja odgovora unutar grupe ispitanika laici

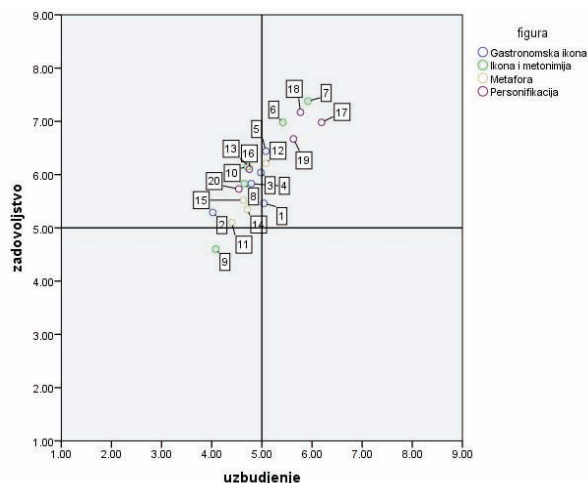
4.5. Test prisećanja Rezultati testa prisećanja su pokazali da se iz kategorije proizvoda slatkiš najviše ispitanika (70 %) seća oglasa # 1. Iz kategorije proizvoda kafa najviše ispitanika (35 %) seća oglasa # 7 i oglasa # 17. Iz

kategorije proizvoda pivo najviše ispitanika (35 %) seća oglasa # 8 i oglasa #18. Iz kategorije proizvoda restoran najviše ispitanika (35 %) seća oglasa # 14. Iz kategorije proizvoda sok najviše ispitanika (35 %) seća oglasa # 15. Kada je u pitanju sećanje na brend, ispostavilo se da je većini ispitanika najupečatljiviji brend kafa Melita (oglas #2), tj. brend koji je na oglasu prikazan u prvom planu, u vidu gastronomske ikone (ikonički sadržaj).

2.8. Diskusija

Kod merenja emocionalnog odgovora, pokazala se značajna statistička razlika kod dimenzije uzbuđenja, dok za dimenzije zadovoljstva i dominacije nema značajnih statističkih razlika. Zabeležen je bolji emocionani odgovor za oglase tropološkog sadržaja, nego za oglase ikoničkog sadržaja.

Međutim, kada rezultate sagledamo u dvodimenzionalnom prostoru odvojeno za grupu ispitanika laici, ali rezultate Post Hoc analize, kvalitativnom analizom uočavamo latentne varijable. Na slici 2. uočljivi su visoke vrednosti pozitivnog afektivnog odgovora (visoko zadovoljstvo i visoko uzbuđenje) za svega 6 oglasa (Ogl#7, Ogl#18, Ogl#6, Ogl#17, Ogl#19, Ogl#5) među njima uočljive su dominantne trope dvostruke metonimije i personifikacije (Slika 2.). Dvostruka metonimija oglasima ove vrste neizostavno uključuje i gastronomsku ikone, što je ovde slučaj kod oglasa br. 7, 6 i 5, za autore je dovoljan razlog da hipoteza 1 ne mogu apriori odbaciti na osnovu sprovedenog eksperimenta.



(ovde) Slika 1. Aritmetičke sredine zadovoljstva i uzbuđenja prikazane u 2D prostoru za grupu ispitanika laici (ne grafički dizajneri)

Pri anlazi merenja kašnjenja odgovora, pokazala se značajna statistička razlika kod dimenzije zadovoljstva, dok kod druge dve dimenzije nema značajnih statističkih razlika. Zabeleženo je značajnije veće kašnjenje odgovora za oglase tropološkog sadržaja, nego za oglase ikoničkog sadržaja. Time je hipoteza dva potvrđena.

Rezultati grafičkih dizajnera pokazali su da nema značajnih statističkih razlika ni za jednu PAD dimenziju, što ne iznenađuje jer su grafički dizajneri upoznati sa korišćenjem nekonvencionalnog kodiranja poruka, pa im

ne treba mnogo više vremena za odgovore, u odnosu na oglase ikoničkog sadržaja.

Rezultati ispitanika koji se ne bave dizajnom pokazali su značajnu statističku razliku kod dimenzije zadovoljstva. Bilo im je potrebno više vremena da odgovore na oglase tropološkog sadržaja, što je bilo očekivano jer njima ovakva vizelna kodifikacija nije mnogo bliska

Na osnovu rezultata testa prisećanja možemo zaključiti da sa aspekta sadržaja oglasa, u ovom eksperimentu, ne primećujemo pravila o tome koji faktori čine oglas upečatljivim, jer su kod svih kategorija proizvoda najupečatljiviji oglasi sa različitim vizuelnim sadržajem (kodom).

Kada je u pitanju sećanje na brend, ispostavilo se da je većini ispitanika (40%) najupečatljiviji brend na oglasu br. 2., tj. oglasu iz prve kategorije sa gastronomskom ikononom šolje tople kafe u rukama. Postavlja se pitanje zašto baš ovaj brend, kada ima i drugih brendova koji su prikazani na isti način. Pretpostavimo da je jedan uzrok tome što se za razliku od većine oglasa, na oglasu ovog brenda je uz gastronomsku ikonu naziv brenda istaknut krupnim fontom, i postavljen je na vidljivo mesto. Podršku za ovakvu pretpostavku doprinosi i podatak da su sledeća dva brenda koji su ispitanici najbolje zapamtili oglašena na oglasima br. 3 (20% ispitanika) i br. 4 (15%), na kojima su logotipi brenda na sličan način istaknuti, u krupnom planu—krupnom tipografijom takođe vizuelno kodirani gastronomskim ikonama. Ovakav nalaz ukazuje na mogućnost za dalja istraživanja na domenu efektivnosti štampanih oglasa kodiranih gastronomskim ikonama.



Slika 2. Stimulusi—oglasi

3. ZAKLJUČAK

U slučaju oglasa vezanih za proizvode i uslugu hrane i pića, kad je emocionalni odgovor u pitanju, uvidamo da ikonički i tropološki vizuelni sadržaj mogu biti jednako efektivni, uprkos pretpostavci da će „konvencionalno“ komuniciranje gastronomskim ikonama biti efektivnije. S druge strane, pretpostavka da će za oglase sa dominantnim tropološkim sadržajem biti zabeleženo veće kašnjenje odgovora pokazala se kao tačna. Iz toga može da se zaključi da je ikonički sadržaj oglasa ipak bliži potrošačima, usled direktnosti u svojoj komunikaciji.

4. LITERATURA

- [1] S. B. Mackenzie, R. J. Lutz, and G. E. Belch, "The Role of Attitude Toward the Ad as a Mediator of Advertising Effectiveness : A Test Competing Explanations," *Journal of Marketing Research*, vol. 23, no. 2, pp. 130-143, 1986.
- [2] S. P. Brown and D. M. Stayman, "Antecedents and consequences of attitude toward the ad: A meta-analysis," *Journal of consumer research*, pp. 34-51, 1992.
- [3] C. Allen, K. Machleit, and S. Kleine, "A comparison of attitudes and emotions as predictors of behavior at diverse levels of behavioral experience," *Journal of consumer research*, vol. 18, no. 4, pp. 493-504, 1992.
- [4] J. D. Morris, C. Woo, J. A. Geason, and J. Kim, "The power of affect: Predicting intention," *Journal of Advertising Research*, vol. 42, no. 3, pp. 7-17, 2002.
- [5] U. Nedeljkovic, I. Pincjer, and G. Vlastic, "The Efficiency Of Message Codification Level in Print Advertisements: The case of food and drink products or service," *Journal of Graphic Engineering and Design*, vol. 2, no. 1, pp. 16-23, 2011.
- [6] U. Eco, *Kultura, informacija, komunikacija*, Original t. Beograd: Nolit, 1973.
- [7] N. Rot and Z. Ralević, *Socijalna psihologija*. Rad, 1968.
- [8] P. J. Lang, "Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications," in *Technology in Mental Health Care Delivery Systems*, vol. 77, no. 4, J. B. Sidowski, J. H. Johnson, and T. A. Williams, Eds. Ablex Pub. Corp., 1980, pp. 119-137.

Kontakt adrese autora:

Snežana Grabovica – sneguljica87@gmail.com

Uroš Nedeljković – urosned@uns.ac.rs

Irma Puškarević – irma@uns.ac.rs

ISTRAŽIVANJE UTICAJA GRAFIČKOG DIZAJNA AMBALAŽE ZA ČAJ NA EMOCIJE I STAVOVE POTROŠAČA**EXPLORING THE IMPACT OF GRAPHIC DESIGN PACKAGES FOR TEA ON CONSUMER EMOTIONS AND ATTITUDES**

Olja Vučićević, Uroš Nedeljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je opisan značaj šema na emocije potrošača. Šeme predstavljaju organizovane strukture prethodnog znanja smeštenog u našoj memoriji. Prema istraživanju Mandlera [1] i Ferris [2], postavlja se hipoteza da dizajn koji je sa šemom nepodudaran daje pozitivniji afektivni odgovor. Sproveden je eksperiment koji je obuhvatio merenje emocionalnog odgovora ispitanika na dizajn ambalaže čaja u filter vrećici koji je sa šemom podudaran i dizajn ambalaže koji je sa šemom nepodudaran. Merenje je vršeno pomoću SAM (Self Assessment Manikin) instrumenta. Rezultati eksperimenta su pokazali da hipoteza rada nije potvrđena.

Abstract – This paper describes the importance of the schemes on consumer emotions. These schemes are organized structures of the prior knowledge placed in our memory. According to research by Mandler [1] and Ferris [2], it's hypothesize that a design which is incongruent with scheme provides more positive affective response. An experiment is designed which involves measuring of emotional responses of the respondents to the packaging design of the tea filter bag which is congruent with the scheme and packaging design which is incongruent with scheme. The measurement was made by SAM (Self Assessment Manikin) instrument. The results of the experiment showed that the work hypothesis wasn't confirmed.

Ključne reči: Grafička ambalaža, emocije, šema podudarnosti

1. UVOD

Dobro dizajnirana ambalaža ima izuzetno veliki značaj za odgovarajuće pozicioniranje na tržištu.

Dizajn ambalaže definitivno može uticati na potrošačevu odluku o kupovini.

On mora da komunicira sa kupcima istog trenutka i da ih ubedi za nekoliko sekundi da izaberu baš tu ambalažu, brend i proizvod od nekolicine drugih na polici. Izloženost ambalaži izaziva reakcije ka proizvodu koje mogu biti i pozitivne i negativne. One za uzvrat izazivaju mišljenja i emocije što izaziva sveobuhvatnu reakciju prema datom proizvodu. Sve ovo na kraju utiče na ponašanje koje se manifestuje kao potrošačeva odluka da se opredeli ili ne za kupovinu proizvoda.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio docent Uroš Nedeljković.

U dizajnu ambalaže veliku ulogu imaju vizuelni stimuli (boja, oblik, simboli...) koji se mogu koristiti da efektno privuku pažnju i povećaju odgovor i prepoznavanje.

Prilikom odluke o kupovini naš mozak priziva i obrađuje neverovatnu količinu memorije, činjenica i emocija i na osnovu njih donosi brz odgovor. Znanje potrošača o brendu ili proizvodu je sadržano u šemi. Informacije o novom proizvodu, brendu, dizajnu ambalaže mogu biti podudarne ili nepodudarne sa šemom, pa se postavlja pitanje koje od njih doprinose boljem afektivnom odgovoru?

2. EMOCIJE KOD POTROŠAČA

Jedna od definicija emocija je da su one psihobiološke reakcije na promene jer obuhvataju psihološku obradu i fizičke odgovore. Emocije su izuzetno važne za ponašanje potrošača i marketing zato što potrošači trenutno reaguju na sopstvena osećanja [3]. Ljudsko ponašanje je pod uticajem emocija u većoj meri nego što je pod uticajem razuma. Potrošači se obično ponašaju intuitivno i emotivno i vrlo često njihove akcije ne zavise od svesne kontrole. Emocije i razum jesu međusobno isprepletani, ali kada se javi neslaganje između njih, emocije uvek pobeđuju razum. Donade Calne je istakao da je glavna razlika između emocija i razuma to da je krajnji rezultat emocija u akciji, dok je rezultat razuma u zaključcima [4]. Na osnovu svega ovoga dolazi se do zaključka da emocije u velikoj meri upravljaju razumom, i zbog toga se posmatraju kao ključni faktor u procesu promocije. Potrošači biraju, kupuju i zadovoljavaju svoje želje pokrenuti i vođeni emocijama. Na kraju, logikom potvrđuju već donesenu, na emocijama temeljenu odluku. Emocije se danas sve više koriste kao podloga za kreiranje apela u marketinškoj komunikaciji. Sa stanovišta marketinga, emocija se može definisati kao stanje nagona koje prethodi akciji, a u komunikaciji je vezana za stimulanse koje u svakodnevnom životu izazivaju specifične emocije. Postoji neograničen broj emocija koje zavise od pojedinca i kulture [5]. Proizvod mora izazvati emocije ali takođe mora imati i dobru funkcionalnost. Kompanije sa svojim proizvodima i uslugama žele da kreiraju emocionalnu povezanost sa potrošačima i da osnuju duboku vezu i iskustvo [6].

2.1. Afekt

Afekt je još jedan izraz koji se koristi za predstavljanje osećanja koje potrošači doživljavaju kada prolaze kroz proces potrošnje. Ponekad se afekt koristi kao izraz koji obuhvata i emocije i raspoloženje. Ipak, u ponašanju

potrošača afekt predstavlja osećanja koje potrošač ima o određenom proizvodu ili aktivnosti [3]. U kontekstu reklamiranja, afektivni elementi uključuju stav prema reklami (Aad), stav prema brendu (Ab) i emocije. Važno je da se istakne različitost komponenata afekta kako bi se u potpunosti razumela uloga u reklamnom odgovoru.

Afekt ima ulogu u formiranju stava. Kognicija (spoznaja) stvara afekt koji dovodi do nekog ponašanja (delovanja). Na osnovu primljene informacije odnosno percepcije dešava se emocionalna reakcija koja formira stav prema reklami (proizvodu, dizajnu ambalaže...) a on dalje može da odredi stav prema brendu. Stavovi dalje utiču na nameru o kupovini.

3. ŠEMA PODUDARNOSTI

Šema podudarnosti je razvijena u socijalnoj psihologiji da objasni kako pojedinci obrađuju informacije, zasnovane na svojim očekivanjima aktivirane kategorije koja je ili potvrđena ili nepotvrđena od strane novih informacija. Šeme se definišu kao organizovane strukture prethodnog znanja smeštenog u našoj memoriji. Saglasno sa temom šema, ljudi primenjuju svoje akumulirano znanje o šemi kad god naiđu na novu informaciju u šemi. Kada se ljudi susretnu sa novim informacijama koje se podudaraju sa njihovim prethodnim strukturnim znanjem, oni mogu lako da se prilagode novim informacijama jer je potrebna mala saznavna obrada. Ali ako su nove informacije nepodudarne to će dovesti do šeme nepodudarnosti, i takođe izazvati prethodno strukturno znanje i uzrokovati ekstra saznavni proces. Šema nepodudarnosti može da ima više efekata, oba pozitivna i negativna u afektivnom odgovoru [2].

Mandler [1] navodi da su umerena neslaganja ona koja se mogu uspešno razrešiti i smatraju se interesantnim i pozitivno vrednovanim, stoga dovode do pozitivnijih stavova iznetih u šemi podudarnosti. Srodnije, bliže informacije stvaraju pozitivni efekat, prihvatanje i osnovni osećaj svidanja, zato što se mogu lakše obraditi. Podudarne informacije se mogu predvideti zato što ne stvaraju uzbuđenje. S druge strane ekstremna nepodudarnost se definiše kao nepodudarnost koja se ne može rešiti ili može samo u slučaju suštinskih promena u postojećoj kognitivnoj strukturi. Takva nepodudaranja po Mandleru mogu dovesti više do frustracije nego do objašnjenja [7]. Mandlerova teorija je bila primenjena i kod drugih istraživača ponašanja potrošača na polju reklamiranja. Perakio i Tibut sa otkrili da ranije znanje takođe utiče na afektivne odgovore. Izneli su da će umerena nepodudarnost proizvesti više pozitivnih ocena proizvoda kada je potrošačevo znanje niže. Istraživači su teoretisali da ljudi sa manje znanja troše više energije da reše umerenu nepodudarnost, vodeći do pozitivnog afekta. Oni sa većim znanjem mogu da usklade sa ekstremnijim nepodudarnostima, bez mnogo truda, tako da njihov afektivni odgovor umerenoj nepodudarnosti će biti ekvivalentan njihovom odgovoru za podudarne informacije.

4. EKSPERIMENT

Kada se potrošači susretnu sa novim proizvodom ili brendom oni na njih reaguju tako što ih upoređuju sa postojećom šemom [3]. Ako se nove informacije podudaraju sa njihovim prethodnim strukturnim znanjem

oni mogu lako da se prilagode novim informacijama, a to će izazvati pozitivne reakcije koje su tipično blage. Prethodne analize naučnika pretpostavljaju da će ljudi videti nepodudarnost kao nešto interesantno i da će biti zainteresovani za kognitivna razmatranja da bi ih rešili. Kada je nešto novo, kada se izdvaja od drugih, odmah privlači pažnju i dovodi uglavnom do pozitivnih stavova. Nalazi većine istraživača, koji su se bavili ispitivanjem ponašanja potrošača na polju reklamiranja, među kojima su Mandler, Levi, Tibut i Stimen, pokazali su da će umerena nepodudarnost proizvesti više pozitivnih ocena, što dovodi do pozitivnog afekta i samim tim će prozvesti želju za kupovinom i posedovanjem. Na osnovu ovih zaključaka izvedena je hipoteza rada :

H0: Nekonvencionalni grafički dizajn ambalaže nepodudaran sa šemom usloviće pozitivniji odgovor potrošača od konvencionalnog grafičkog dizajna koji je sa sa šemom podudaran.

4.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je da se utvrdi da li nekonvencionalni dizajn, onaj koji je sa šemom nepodudaran, izaziva pozitivniji emocionalni odgovor i pozitivnije stavove kod potrošača u odnosu na konvencionalni dizajn, onaj koji je sa šemom podudaran.

4.2. Metod

U istraživanju je učestvovalo 30 ispitanika, i to 15 muškaraca i 15 žena, starosti od 23 do 59 godina sa prosečnom starošću od 33 godine.

Kao stimuli (slika 1) korišćene su kutije čaja u filter vrećicama, tačnije šest kutija – tri konvencionalnog i tri nekonvencionalnog dizajna od dva različita proizvođača



Slika 1. Stimulusi

Metod rada obuhvata merenje emocionalnog odgovora ispitanika na date stimulse korišćenjem SAM (Self Assessment Manikin) modela. SAM model je vizuelni instrument na kojem ispitanici samostalno ocenjuju svoje emocije na tri skale: zadovoljstva, uzbuđenja i dominacije [8]. Od zadovoljnog (1) do zadovoljnog (9), za dimenziju uzbuđenja od neuzbuđenog (1) do uzbuđenog (9), a za dimenziju dominacije od podređenog (1) do dominantnog (9) stanja .

Ispitanicima je dat buklet na čijem početku se nalazi detaljno uputstvo za samostalno ocenjivanje i objašnjenje

SAM instrumenta. Kutije su davane ispitanicima u ruke, jedna po jedna, nakon što su ih pogledali, ispitanici su beležili svoje emocije na SAM skali koja se nalazi u bukletu. Takođe su morali da ocene dizajn proizvoda i nameru za kupovinu na skali od 1 do 9. Ispitanicima je napomenuto da isključivo ocenjuju emocionalni doživljaj na dizajn ambalaže. U pogledu vremena ispitanici nisu bili ograničeni pri svom ocenjivanju

4.3. Rezultati

Da bi se utvrdilo da li postoje statistički zanačajne razlike po varijablama između konvencionalnih i nekonvencionalnih grafički oblikovanih ambalaža korišćena je multivarijaciona analiza varijanse (MANOVA). Tačnije korišćen je Wilks-Lambda statistički test koji se koristi u multivarijacionoj analizi varijanse da bi se utvrdilo da li postoje razlike između srednjih vrednosti identifikovane grupe subjekata u kombinaciji zavisnih varijabli.

U dimenziji **zadovoljstva** Wilks Lambda pokazuje da se srednje vrednosti razlikuju u grupi, tj. da se razlikuje zadovoljstvo ispitanika kod različitih proizvoda. Veličina parcijalnog Eta kvadrata iznosi 0,545 što ukazuje da je zadovoljstvo proizvoda različito kod različitih proizvoda (Tabela 1). Razlike u zadovoljstvu među šest proizvoda postoje ($F=3,71$, $p=0,003$) što se može videti u Tabeli 2.

Tabela 1. Wilks' Lambda test za dimenziju zadovoljstva

		Vrednost	p
Zadovoljstvo	Wilks' Lambda	,455	,001
	Parcijalni Eta kvadrat	,545	

Tabela 2. Srednja vrednost razlika među proizvodima za dimenziju zadovoljstva

(I) Zadovoljstvo	(J) Zadovoljstvo	Srednja razlika (I-J)	p
Teasy-hibiskus, konvencionalni	Reishi-stara ambalaža, konvencionalno	1,567*	,001
Teasy-zeleni čaj, konvencionalni	Reishi-stara ambalaža, konvencionalno	1,600*	,017
Reishi-stara ambalaža, konvencionalno	Teasy-hibiskus, konvencionalni	-1,567*	,001
	Teasy-zeleni čaj, konvencionalni	-1,600*	,017

Naime, proizvod Reishi-stara ambalaža se razlikuje od proizvoda Teasy-hibiskus i Teasy-zeleni čaj. Za proizvod Teasy-hibiskus ($AS=6,86$) i Teasy-zeleni čaj ($AS=6,90$) ispitanici pokazuju veće zadovoljstvo u odnosu na proizvod Reishi-stara ambalaža ($AS=5,3$). Interesantno je da su sva tri konvencionalna proizvoda. Razlika u količini zadovoljstva između konvencionalnih i nekonvencionalnih proizvoda ne postoji.

Za dimenziju **uzbuđenja** vrednosti Wilks' Lambda koeficijenta pokazuju razlike na merenjima, gde vrednosti blizu jedinice pokazuju da razlika nema, onda već iz ovog podatka vidimo da su razlike u uzbuđenju među različitim proizvodima slične. Na to nas upućuje i parcijalni Eta kvadrat što se može videti u Tabeli 3. I konačno $F=33,45$, $p=0,313$, pokazuju da razlike ne postoje. Dakle

konvencionalni i nekonvencionalni proizvodi se ne razlikuju na parametru uzbuđenje. Takođe, razlike ne postoje niti kada su u pitanju razlike među proizvodima unutar konvencionalnih, odnosno nekonvencionalnih proizvoda.

Tabela 3. Wilks' Lambda test za dimenziju uzbuđenja

		Vrednost	p
Uzbuđenje	Wilks' Lambda	,721	,123
	Parcijalni Eta kvadrat	,279	

Za dimenziju **dominacije** vrednosti Wilks' Lambda koeficijenta pokazuju vrednost blizu jedinice, što ukazuje da razlika nema. Razlike u dominaciji među različitim proizvodima su slične. Na to nas upućuje i parcijalni Eta kvadrat, Tabela 4. A vrednosti $F=6,20$, $p=0,193$, pokazuju da razlike ne postoje. Dakle konvencionalni i nekonvencionalni proizvodi se ne razlikuju na parametru dominacije. Razlike ne postoje ni unutar konvencionalnih, odnosno nekonvencionalnih proizvoda.

Za varijablu **dopadljivost dizajna proizvoda** Wilks' Lambda pokazuje da se srednje vrednosti razlikuju u grupi i da su te razlike osrednje. Veličina parcijalnog Eta kvadrata iznosi 0,406 (Tabela 4) što ukazuje da je dopadljivost dizajnom proizvoda različito kod različitih proizvoda. Razlike u dopadljivosti dizajnom proizvoda među šest proizvoda postoje ($F=2,86$, $p=0,017$). Tabela 5. otkriva prirodu razlika.

Tabela 4. Wilks' Lambda test za dimenziju dopadljivost dizajna proizvoda

		Vrednost	p
Dizajn	Wilks' Lambda	,494	,017
	Parcijalni Eta kvadrat	,406	

Tabela 5. Srednja vrednost razlika proizvoda za dimenziju dopadljivost dizajna proizvoda

(I) Dizajn	(J) Dizajn	Srednja razlika (I-J)	p
Teasy-zeleni čaj, konvencionalno	Reishi-stara ambalaža, konvencionalno	1,533*	,038
Reishi-stara ambalaža, konvencionalno	Teasy-zeleni čaj, konvencionalno	-1,533*	,038

Razlike postoje između proizvoda Teasy-zeleni čaj i proizvoda Reishi-stara ambalaža. Dizajn proizvoda Teasy-zeleni čaj ($AS=6,93$) više se dopada ispitanicima u odnosu na dizajn proizvoda Reishi-stara ambalaža ($AS=5,40$). Dopadljivost dizajna je na ostalim proizvodima slična. Dakle, opet su se razlike pojavile između dva konvencionalna proizvoda.

Za varijablu **namera kupovine** visoka Lambda i nizak parcijalni Eta kvadrat pokazuju da razlike u nameri za kupovinu različitih proizvoda ne postoje (Tabela 6). To i vidimo iz značajnosti F statistika ($F=1,48$, $p=0,229$). Dakle, proizvodi se ne razlikuju među sobom kada je u pitanju namera za kupovinu istog.

Tabela 6. Wilks' Lambda test za dimenziju namera kupovine

		Vrednost	p
Kupovina	Wilks' Lambda	,771	,229
	Parcijalni Eta kvadrat	,229	

4.4. Diskusija

Analizom odgovora potrošača na konvencionalni i nekonvencionalni grafički dizajn ambalaže utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike među njima. Odatle se ne može zaključiti da li dizajn koji je sa šemom nepodudaran izaziva pozitivniji odgovor. Time hipoteza rada nije potvrđena.

Ne postoje razlike u ocenjivanju po varijablama konvencionalnog i nekonvencionalnog dizajna već su ih ispitanici procenjivali kroz emocije zadovoljstva prema kvalitetu dizajna. Postoji razlika u grupi konvencionalnih proizvoda po dimenziji zadovoljstva, gde je prema nekom opštem kvalitetu uspeo da se izdvoji Reishi-stara ambalaža. Ovaj dizajn proizvoda je najlošije ocenjen i on je ispod kvaliteta na koji su ispitanici navikli. Dok je kao najbolje konvencionalno rešenje ocenjen Teasy-zeleni čaj koji je prijatnije delovao na ispitanike i izdvojio se po kolor šemi, kvalitetu ilustracije, tipografiji... Rezultati korelacija su pokazali da je stav prema dizajnu u korelaciji sa zadovoljstvom kod svih proizvoda. Samim tim kako je veće zadovoljstvo prema dizajnu proizvoda, veća je i namera za kupovinu.

Jedine značajne razlike među ocenama ovih proizvoda pokazale su se kod varijabli zadovoljstva i dopadljivosti dizajna i to samo među konvencionalnim proizvodima. Što znači da su ispitanici slično ocenjivali i konvencionalne i nekonvencionalne proizvode. Razlog tome može biti mali broj ispitanika ili neadekvatan izbor stimulusa. Na emocionalni odgovor ispitanika pri ocenjivanju može delovati i niz faktora kao što su: boja [9], tipografsko pismo [10], logotip [11] koje u ovoj studiji nisu bili kontrolisane varijable.

To što su odgovori u korelaciji takođe može da bude uzrok što oni nisu ocenjeni sa nekom statističkom razlikom. To navodi na pretpostavku da ispitanici nisu možda shvatili značenje svih varijabli već su kroz svih pet varijabli procenjivali samo grafički dizajn ambalaže.

Ako bi se na bazi nalaza ovog istraživanja uspele uočiti sve konfundirajuće varijable, mogao bi se uraditi novi eksperiment na bazi ovog kojim bi se varijable mogle kontrolisati.

5. ZAKLJUČAK

Grafički dizajn i vizuelno rešenje ambalaže su veoma bitni jer moraju privući pažnju kupca, dati mu informacije i privući ga za kupovinu. Ambalaža mora biti dobro kreirana kako bi uzburkala emocije i dovela do pozitivnih stavova kako prema proizvodu tako i prema brendu. Nasuprot očekivanjima, rezultati ovog istraživanja su pokazali da nema statistički značajne razlike u ocenama konvencionalnog i nekonvencionalnog dizajna ambalaže. Takav nalaz navodi na zaključak da pri dizajniranju ambalaže treba biti umeren i ne težiti nekim ekstremnim nepodudaranjima bar kad je naše tržište u pitanju jer je veoma bitno da tržište prepozna i razume dobar dizajn.

Svakako ovakav vid istraživanja bi se trebao sprovesti i za druge vrste proizvoda i na većem broju ispitanika kako bi se moglo globalno zaključiti koji tip dizajna ima bolji efekat na potrošača. Takvi rezultati bi u mnogome pomogli kompanijama koje plasiraju novi proizvod jer bi imali uvid u emocije i želje potrošača.

6. LITERATURA

- [1] Mandler, George (1982), *"The structure of value: Accounting for taste,"* in Affect and Cognition: The 17th Annual Carnegie Symposium, eds. Margaret S. Clark and Susan T. Fiske, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 3-36.
- [2] Ferris, Christyne E, *"The effects of advertising schema-congruity,"* University of Florida, 2004.
- [3] Barry J. Babin i Harris G. Eric, *"Ponašanje potrošača,"* Data status, 2012.
- [4] Calne, B. Donald. *"Within reason: Rationality and human behavior".* Random House Digital, Inc., 2010.
- [5] Wang, Wan-Chen, *"Towards a Deeper Understanding of Human Emotions in Marketing Communication: The 'Slogan Validator' and Self-Reported Measurement,"* Department of Management Faculty of Law, Business and Social Science, University of Glasgow, 2010.
- [6] Consoli, Domenico, *"A New Concept of Marketing: The Emotional Marketing,"* Department of Business Studies and Law, University of Urbino, Italy, 2010.
- [7] Meyers-Levy, Joan and Tybout, Alice M, *"Schema Congruity as a Basis for Product Evaluation,"* Journal of Consumer Research, Vol. 16, No. 1, The University of Chicago Press, 1989.
- [8] Lang, P. J., *"Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications".* In J. B. Sidowski, J. H. Johnson, & T. A. Williams (Eds.), Technology in Mental Health Care Delivery Systems (Vol. 77, pp. 119–137). Ablex Pub. Corp, 1980.
- [9] Valdez, P., Mehrabian, A., *"Effects of color on emotions,"* Journal of Experimental Psychology: General, Vol 123(4), 394-409. doi: 10.1037/0096-3445.123.4.394, 1994.
- [10] Morrison, Gary R., *"Communicability of the emotional connotation of type,"* ECTJ 34.4, 1986.
- [11] Henderson, Pamela W., Joan L. Giese, and Joseph A. Cote, *"Impression management using typeface design,"* Journal of Marketing, 2004.

Kontakt adrese autora:

Olja Vučićević – oljavucicevic087@gmail.com

Uroš Nedeljković - urosned@uns.ac.rs

**UTICAJ DUBINE ŠTAMPAJUĆIH ELEMENATA NA KVALITET OTISKA
U TAMPON ŠTAMPI****THE INFLUENCE OF THE DEPTH OF PRINTING ELEMENTS ON THE PRINT
QUALITY FOR PAD PRINTING**

Ana Unkašević, Živko Pavlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je prikazano istraživanje štamparskih formi za tampon štampu. Dobijenim rezultatima je utvrđen odnos ekspozicija koji daje najbolju dubinu štampajućih elemenata na štamparskoj formi. Istraživanje je izvršeno korišćenjem SpectroPlate-a za štampane uzorke, dok je za analizu štamparskih formi korišćen mikroskop AniCAM. Dobijeni rezultati su međusobno upoređivani, i na osnovu toga određena je dubina štamparskih elemenata štamparske forme koja daje najbolje rezultate, kao i minimalna dubina pomoću koje je moguće izvršiti proces štampe sa štamparske forme na papirni uzorak.

Ključne reči: tampon štampa, polimerne forme, osvetljavanje

Abstract – This paper presents a research about printing forms for pad printing. With the results is determined duration of the second exposure which gives the best depth of the printing elements. The research was conducted using SpectroPlate of the printed samples, and for the printing plate samples has been used Troika AniCAM 3D scanning microscope. The results are recorded and compared with each other. Obtained results are defined printing element's depth what gives the best results on the printing plates, as well as the minimum depth with which is possible to print from the printing plates to a paper samples.

Keywords: pad printing, polymer printing plate, exposure

1. UVOD

Duboka štampa predstavlja veoma star postupak štampe, koji se i danas koristi. Ova vrsta štampe je pokazala visok kvalitet otiska slika i rasterskih tonova. Međutim, izrada štamparske forme za duboku štampu je veoma skupa i složena. Štampajući elementi kod duboke štampe su udubljeni, a neštampajući elementi leže na konstantnom izdignutom nivou. U procesu štampe, prenos boje na materijal za štampu se vrši iz tzv. čašica pod velikim pritiskom, te se tako boja prenosi na materijal za štampu efektom vakuuma. [1]

Predmet ovog rada je tampon štampa, koja pripada indirektnoj tehnici duboke štampe. Faktori koji su presudni, kada je u pitanju kvalitet proizvoda, su elementi

štamparske mašine, odnosno tampon i štamparska forma. Na sam kvalitet otiska utiče više elemenata: kvalitet mašine, dubina štampajućih elemenata, boje koje se koriste (viskozitet) itd.

Motiv koji se štampa, formira se na štamparskoj formi putem postupka osvetljavanja štamparske forme, metodama hemijskog nagrizanja foto-polimera, čelika ili magnezijuma. Štamparska forma se nagriza ili ispira vodom, do dubine od 20 - 30 mikrona, a u tim udubljenjima skuplja se boja debljine od 2 - 20 mikrona [2].

U radu su prikazani otisci koji su odštampani korišćenjem štamparskih formi dobijenih različitim trajanjem sekundarne ekspozicije. Na dobijenim otiscima vršene su analize, koliko dubina štampajućih elemenata, za tampon štampu, utiče na kvalitet otiska.

2. MERNE METODE

Zadatak istraživanja je vršenje analiza dobijenih rezultata, na osnovu kojih je utvrđen odnos ekspozicija koje daju najbolju dubinu štampajućih elemenata na štamparskoj formi. U prvom delu eksperimenta je kreirana slika (kontrolna traka) koja je odštampana na podlozi za štampu. Za ovu fazu je korišćen softverski alat, Adobe Illustrator CS5. Nakon toga kontrolna traka je prenet na film, a sa filma na štamparsku formu.

Na kontrolnoj traci je raspoređeno 25 polja sa različitim procentima tonske vrednosti u rasponu od 0,5 do 100%.

Za izradu štamparski formi upotrebljene su fotopolimerne štamparske forme Nyloprint WS 0.73, sa čeličnom osnovom, koje se razvijaju vodom.

Osvetljavanje, razvijanje i sušenje štamparske forme je izvršena na uređaju "BASF Nyloprint CW 22x30".

Ovaj uređaj se sastoji od tri jedinice, koje su fizički odvojene ali mogu da rade istovremeno.

Osvetljavanje kontrolne trake na forme se izvodi vršenjem dve ekspozicije. Prva ekspozicija je izvršena korišćenjem filma na kojem je razvijena kontrolna traka. Pomoću ove ekspozicije su određeni štampajući i neštampajući elementi na štamparskoj formi. Dok je druga ekspozicija izvedena korišćenjem raster filma (rezolucije 200 lpi), ovom ekspozicijom određena je dubina štampajućih elemenata.

Eksperiment je baziran na ispitivanju odnosa dve ekspozicije, pri čemu je prva ekspozicija uzeta kao fiksna i iznosi 80 sec, a druga je bila promenljiva i to u intervalu od 30 do 60 sec. Odnosi ovih vrednosti, kao i oznake formi prilikom merenja, prikazani su tabeli 1.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Živko Pavlović.

Tabela 1. Prikaz odnosa vremena osvetljavanja štamparskih formi

Št. Forma	Prva ekspozicija	Druga ekspozicija
forma 30-1	80 s	30 s
forma 40-1	80 s	40 s
forma 50-1	80 s	50 s
forma 60-1	80 s	60 s

Sve štamparske forme, dobijene ovim postupkom, su označene i spremljene za dalje korišćenje, koje podrazumeva ispitivanje istih, kao i ispitivanje odštampanih uzoraka dobijenih pomoću njih.

Nakon izrade štamparske forme pristupilo se procesu štampe, na jednobojnoj mašini za tampon štampu sa otvorenim sistemom za nanošenje boje, proizvođača "TSH print swiss" model 1-1010.

Uzorci dobijeni pomoću ovog postupka štampe su označeni na osnovu forme koja je korištena pri štampanju istih, npr. uzorci dobijeni korišćenjem forme 30-1 su označeni kao uzorci 30s, itd..

Drugi deo zadatka je analiziranje otisaka dobijenih štampanjem, kao i same štamparske forme. Analiza je rađena na štampanim uzorcima i izvršena je pomoću instrumenta SpectroPlate-a, dok je za analizu štamparskih ploča korišćen AniCAM mikroskop.

Samo ispitivanje je izvršeno tako što su se odštampani uzorci i štamparske forme analizirale ponaosob i upoređivali sa ostalim uzorcima, na kojima je odštampana ili osvetljena ista kontrolna traka. Dobijeni rezultati su zapisani i međusobno upoređivani, i na osnovu toga određena je dubina štamparskih elemenata štamparske forme koja daje najbolje rezultate, kao i minimalna dubina pomoću koje je moguće izvršiti proces štampe sa štamparske forme na papirni uzorak.

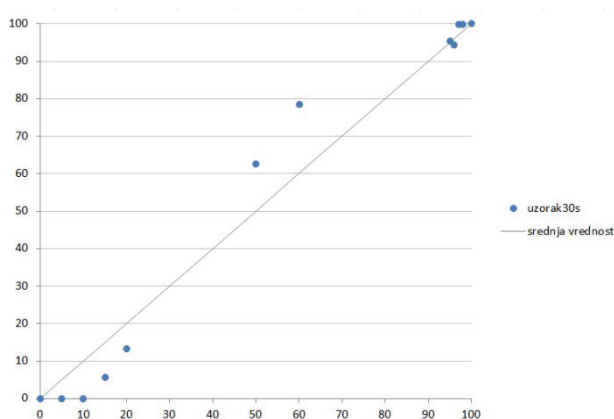
3. ANALIZA ODŠTAMPANIH UZORAKA I ŠTAMPARSKIH FORMI

Primećeno je da u mnogim slučajevima problem nastaje kod slika na kojima se reprodukuju svetli i jako tamni delovi. Ako pokrivenost tih delova nije korigovana u digitalnom obliku, svetliji delovi tih slika verovatno neće biti vidljivi na uzorku koji se štampa, kao ni tonski prelazi u tamnijim delovima slike.

Glavni razlog zbog koga se ovo dešava je u procesu fotopolimerizacije, koja se odvija na polimernim pločama prilikom procesa osvetljavanja [3].

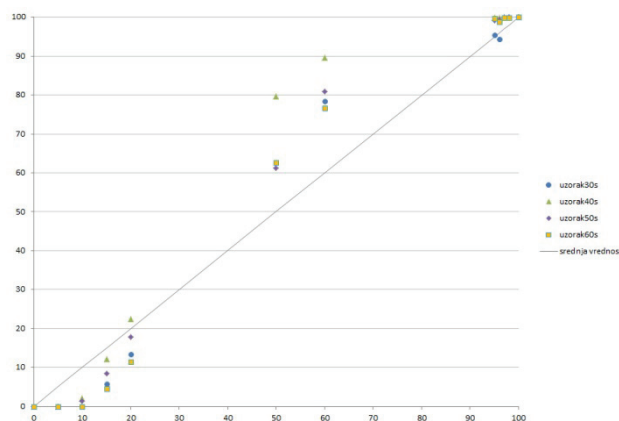
U eksperimentalnom delu je, pomoću SpectroPlate, izmerena veličina reprodukovanoг rastera sa štamparskih formi (sa različitim trajanjem druge ekspozicije). Akcenat merenja stavljen je na delove uzoraka koji imaju najveći i najmanji procent pokrivenosti (%), jer se u tim delovima očekuju najveće promene. Na svim uzorcima (koji su dobijeni korišćenjem sve četiri forme), na kojima su vršena merenja, nije došlo do formiranja rastera na poljima nižim od 5%.

Na slici 1. je prikazan grafik koji pokazuje procenat pokrivenosti (%) u odnosu na srednju vrednost, za uzorke dobijene korišćenjem štamparske forme kod koje dužina druge ekspozicije iznosi 30sec (uzorak30s). Pri čemu X-osa predstavlja pozitivna, a Y-osa negativna odstupanja u odnosu na srednju vrednost, koju bi ti uzorci pokrivali u idealnim uslovima.



Slika 1. Grafički prikaz procenata pokrivenosti (%) u odnosu na srednju vrednost na uzorku 30s

Iz dobijenih podataka se može primetiti da su odstupanja negativna u poljima sa nižim procentom pokrivenosti, dok kod polja sa srednjim i većim procentima pokrivenosti su pozitivna odstupanja.



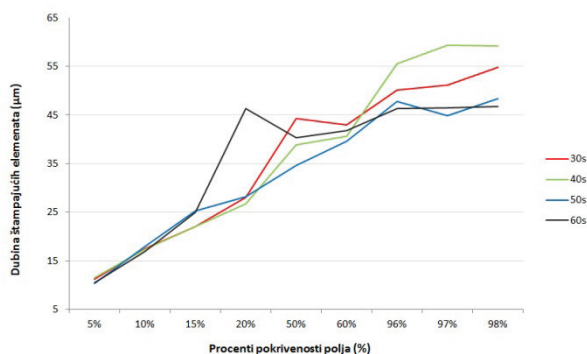
Slika 2. Grafički prikaz procenata pokrivenosti (%) u odnosu na srednju vrednost na uzorku 30s, uzorku 40s, uzorku 50s i uzorku 60s

Dalja analiza uzoraka, dobijenih korišćenjem ploča sa različitim trajanjem sekundarne ekspozicije (40, 50 i 60 sec), prikazana je na slici 2.. Iz grafika se vidi da i kod ostalih uzoraka se dobijaju negativna odstupanja u poljima sa manjim procentom pokrivenosti, a pozitivna u poljima sa većim procentom pokrivenosti.

Pretpostavlja se da usled nedovoljne količine zračenja, koja dospeva do polimerne ploče, ne dolazi do fotopolimerizacije štampajućih elemenata, u nižim procentima pokrivenosti, pri čemu se stvaraju loše formirane ćelije. Zbog toga ovi, loše formirani, elementi neće imati mogućnost da prihvate boju i prenesu je na podlogu za štampu.

Štamparske forme su analizirane korišćenjem Troika AniCAM 3D mikroskopa. Dobijena 3D slika je formirana od većeg broja slika koje su uzete korišćenjem različitih fokusa.

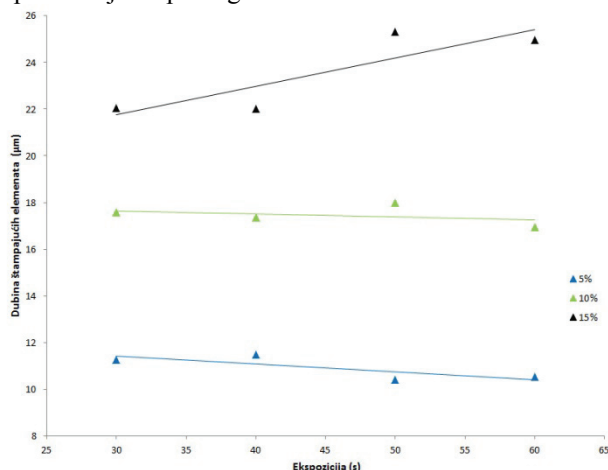
Merenja su izvršena korišćenjem 10 sočiva koja daju uvećanje posmatrane površine od 100x.



Slika 3. Zavisnost dubine ćelija na štamparskim formama od dužine trajanja druge ekspozicije

Sa grafika (Slika 3.) se vidi da sa porastom procenta pokrivenosti raste i dubina štampajućih elemenata na štamparskim formama. Daljom analizom grafika se može primetiti da je dubina u nižim i srednjim procentima pokrivenosti, kod formi sa trajanjem druge ekspozicije od 30s i 40s (forma 30-1 i forma 40-1), manja u odnosu na forme dobijene sa ekspozicijom u trajanju od 50s i 60s (forma 50-1 i forma 60-1). U većim procentima pokrivenosti situacija je obrnuta, to jeste, štamparske forme dobijene sa drugom ekspozicijom u trajanju od 30s i 40s imaju veću dubinu u odnosu na preostale dve. Radi detaljnije analize zavisnosti dobijenih rezultata, izdvojene su vrednosti u nižim procentima i predstavljene su grafikom (Slika 4.).

Najmanje ćelije pronađene na ploči su zapažene na površini od 5% pokrivenosti. Dubina ćelija, na poljima od 5% pokrivenosti, nije dovoljna da bi se izvršila reprodukcija na podlogu.



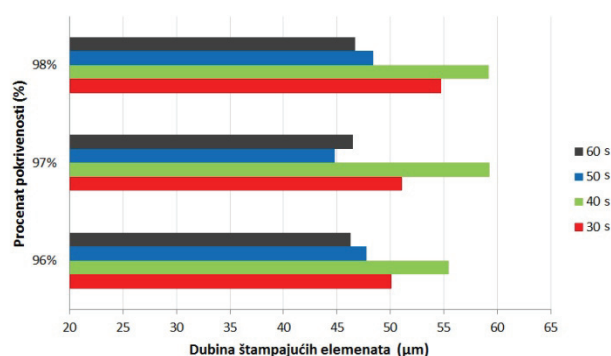
Slika 4. Zavisnost dubine ćelija od dužine trajanja druge ekspozicije na nižim procentima pokrivenosti

Upoređivanjem vrednosti polja od 5 i 10%, dobijenih na svim formama, može se utvrditi ispod koje minimalne dubine ćelija se ne može izvršiti reprodukcija. Rezultati su pokazali da dubina manja od 17 μm ne dozvoljava izvođenje procesa štampe na uzorcima. To je, verovatno, posledica viskoznosti boje, skidanje boje sa forme korišćenjem rakela, kao i pritiska prilikom samog procesa štampe. Sve to zajedno onemogućava reprodukciju tonskih vrednosti na uzorak.

Svetlosni izvor, u delu za razvijanje štamparskih formi, je UV svetlo, koje je relativno blizu formi prilikom procesa

razvijanja (oko 4cm). Pretpostavlja se da blizina izvora izaziva akutni ugao prilikom indikacije UV svetla. Zbog ovog ugla, tačke na filmu, u manjim procentima pokrivenosti, nisu dovoljno široke da spreče prodiranje UV svetla preko filma do polimera na ploče i samim tim onemogućuje polimerizaciju.

Na slici 4. se može videti zavisnost dubine ćelija na štamparskoj formi od dužine trajanja druge ekspozicije. Rezultati pokazuju da, kod delova sa procentima pokrivenosti 5 i 10%, dubina štampajućih elemenata je skoro konstantna u svim trajanjima druge ekspozicije. Uticaj trajanja sekundarne ekspozicije se povećava u poljima sa većim procentom pokrivenosti. Rezultat ovakvog ponašanja može biti posledica procesa polimerizacije, pri čemu nastaje očvršćavanje fotopolimera. [4] Sa povećanjem veličine rastera više zračenja dospeva do monomera i izaziva polimerizaciju.

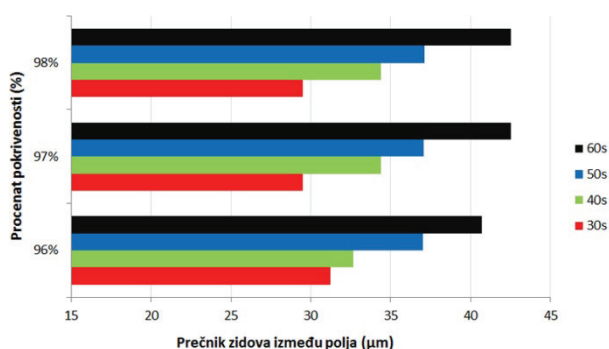


Slika 5. Zavisnost procenta pokrivenosti (%), u višim procentima, od dubine ćelija

Uticaj trajanja druge ekspozicije je povećan u poljima sa većim procentom pokrivenosti, ali vrednosti dubine ćelija, tj. štampajućih elemenata, su skoro iste. Razlika u dubini štampajućih elemenata zavisi od trajanja sekundarne ekspozicije, i iznosi oko 7 μm. Povećanje trajanja sekundarne ekspozicije izaziva smanjenje dubine štampajućih elemenata (Slika 5.). Pretpostavka je da se ovaj efekat javlja kao posledica količine zračenja koja dospeva do površine štamparske forme pod ostrim uglom. Povećavajući broj monomera koji se polimerizuju na dnu štampajućih elemenata, povećava se količina polimerizacije.

Vrednosti dubina, za polja od 96, 97 i 98 procenata pokrivenosti tonske vrednosti (%), su približno istih dimenzija. Standardne devijacije merenja su veće od onih koje su izmerene u manjim procentima pokrivenosti. Ovo može da se odnosi na varijacije u količini zračenja koja prolazi kroz materijal (monomer i formirani polimer) i dolazi bliže čeličnoj osnovi, prouzrokujući veće ili manje stepene polimerizacije.

Na slici 5. se može primetiti da je dubina kod štampajućih elemenata na formi 40-1 (to je forma dobijena sa sekundarnom ekspozicijom u trajanju od 40s) najveća u odnosu na ostale forme. Posledica smanjenja dubine ćelija kod formi 50-1 i 60-1 može biti posledica količine zračenja koja dospeva do površine štamparske forme pod ostrim uglom, dok kod forme 30-1 to ne može biti slučaj. Kod ove forme objašnjenje može biti nedovoljno očvršnuta površina polimera koja je odstranjenja sa forme prilikom postupka razvijanja.



Slika 6. Prečnik zidova u većim procentima pokrivenosti u zavisnosti od trajanja sekundarne ekspozicije

Na slici 6. se vide vrednosti prečnika zidova na većim procentima pokrivenosti. Dobijeni rezultati pokazuju da su vrednosti prečnika zida približno iste, nezavisno od procenta pokrivenosti, ali da značajno utiče dužina sekundarne ekspozicije na njegovu veličinu. To je verovatno posledica kopiranja ispod površine filma, što se pojavljuje kada svetlost, prilikom osvetljavanja ploče, prodre do štamparske forme pod ostrim uglom [5].

4. ZAKLJUČAK

Istraživanje je pokazalo da procenti pokrivenosti tonske vrednosti od 0-4% se ne mogu formirati na ovoj vrsti štamparske forme. Formiranje ćelija zapaženo je kod polja sa 5 ili više procenata pokrivenosti. Uticaj trajanja sekundarne ekspozicije na dubinu štampajućih elemenata je više primetan na poljima sa većim procentom pokrivenosti. Ovaj efekat je suprotan kod štampajućih elemenata u nižim i višim procentima pokrivenosti. U nižim procentima izaziva povećanje dubine štampajućih elemenata, dok u višim izaziva smanjenje. Smanjenje dubine, prilikom procesa štampe, može biti čak i veće prilikom povećavanja prečnika zidova kod viših tonskih vrednosti, što je posledica dužeg trajanja sekundarne ekspozicije.

Takođe je istraživanje pokazalo da je dubina kod štampajućih elemenata na formi 40-1 najveća, u odnosu na ostale forme.

Posledica smanjenja dubine ćelija kod formi 50-1 i 60-1 verovatno je količina zračenja koja dospeva do površine štamparske forme pod ostrim uglom, dok kod forme 30-1 to može biti nedovoljno očvrsnuta površina polimera koja je odstranjenja sa forme prilikom postupka razvijanja.

Na osnovu toga se može zaključiti da forma 40-1 daje najbolje rezultate, na štampanim uzorcima, zbog ostvarenja najveće dubine štampajućih elemenata na štamparskoj formi.

Zaključak ovog istraživanja je da dužina trajanja sekundarne ekspozicije utiče na dubinu i veličinu štampajućih elemenata, koji direktno utiču na količinu boje koja se zadržava na štamparskoj formi, tj. sloju boje na uzorku koji se štampa. Ovaj proces treba posmatrati i optimizovati u cilju postizanja ponovljivog i veoma kvalitetanog otiska u tampon štampi.

5. LITERATURA

- [1] Novaković, D., "Uvod u grafičke tehnologije", Fakultet tehničkih nauka, 2008.
- [2] http://www.centropapir.rs/CP_PLUS_novi_kurs_o_tampon_stampi_2010.pdf (15.03.2010.).
- [3] Brajnović, O., "Prilagodba izrade fotopolimerne tiskovne forme novim kvalitativnim zahtjevima", Grafički fakultet, Zagreb, 2011.
- [4] Dewaele M, Truffier-Boutry D, Devaux J, Leloup G, "Volume contraction in photocured dental resins: the shrinkage-conversion relationship revisited", Dental materials, 22(4):359-65, Université catholique de Louvain, Bruxelles, Belgium, 2005.
- [5] Tomašegović, Tamara; Mahović Poljaček, Sanja; Cigula, Tomislav. *Impact of Screen Ruling on the Formation of the Printing Elements on the Flexographic Printing Plate.* // Acta graphica. 24 (2013); 1-12

Adresa autora za kontakt:

MSc. Ana Unkašević
anchicabr@gmail.com

Doc. dr Živko Pavlović
zivkopvl@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

OBLIKOVANJE ANIMIRANIH KARAKTERA ZA SAMOSTALNO MERENJE EMOCIJA U DIMENZIONALNOM MODELU PAD**SHAPING AND ANIMATING CHARACTERS FOR SELF ASSESSMENT OF EMOTIONS IN THE DIMENSIONAL MODEL PAD**

Marija Jotanović, Uroš Nedeljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen redizajn instrumenta za samostalno merenje emocija SAM (*The Self-Assessment Manikin*). Prikazane su i analizirane dve metode merenja emocija: samostalno merenje i autonomno. Rad govori o značaju i ulozi emocija u marketinškoj komunikaciji.

Abstract – *This paper presents a redesigned instrument for self-assessment of emotion SAM (The Self-Assessment Manikin). It presents and analyzes two methods for measuring emotions: self-assessment and autonomous. This paper describes the importance and role of emotions in marketing communications.*

Ključne reči: *emocije, merenje emocija, PAD dimenzije, vizuelno samostalno merenje, facijalne ekspresije.*

1. UVOD

Pregledom rezultata mnogih istraživanja sprovedenih u oblasti psihologije i marketinga, shvatamo značaj i veliku ulogu koju danas imaju ljudske emocije. Ovaj rad govori o njihovom značaju u marketinškoj komunikaciji. Spoznajom tog značaja, godinama unazad razvijeno je više metoda merenja emocija. Svaka od metoda ima svoje prednosti i mane, nijedna nije savršena. U ovom radu biće predstavljen redizajnirani instrument (SAM - *Self-Assessment Manikin*) za samostalno merenje emocija koji pripada vizuelnoj metodi merenja.

U oblasti marketinga dominiraju sledeća dva instrumenta za merenje emocija: SAM (*Self Assessment Manikin*) i PrEmo (*Product Emotion Measurement*) instrumenti. PrEmo metoda (2002) mnogo mlađa u odnosu na SAM metodu (1980) [1], što je jedan od razloga da se pristupi unapređenju SAM metode. Ono što je zajedničko ovim instrumentima jeste efikasnost merenja, a ono po čemu se razlikuju je različit princip merenja kao i izgled grafičkog karaktera. Analizirajući SAM instrument, došli smo na ideju da bi za unapređenje ovog instrumenta bilo potrebno uraditi redizajn grafičkog karaktera, te da bi se na taj način moglo doprineti efikasnijim rezultatima kod samostalnog ocenjivanja. Redizajn instrumenta podrazumeva potpuno novi izgled grafičkog karaktera kao i njegovo „oživljavanje“, odnosno, statična figura zamenjena je animiranom. Pretpostavljamo da će redizajn pomoći u preciznijem ocenjivanju vlastitih emocija

ispitanika, s obzirom da je novi grafički karakter oblikovan tako da predstavlja veristički ljudski lik koji u različitim stepenima izražavanja emocije zadovoljstva, uzbuđenja, i dominacije predstavlja stvarne i moguće reakcije posmatrača prilikom posmatranja reklamnog oglasa.

2. ZNAČAJ I ULOGA EMOCIJA U MARKETINŠKOJ KOMUNIKACIJI

Emocije postaju veoma bitna stavka u marketingu sa pojavom principa zadovoljstva potrošača. Više se ne traži proizvod ili usluga koja zadovoljava samo racionalne potrebe i procese, već ti proizvodi treba da imaju i određeno simboličko, psihološko i kulturno značenje, da budu izvor osećanja, odnosa i emocija. U današnje vreme, mnogi proizvodi različitih kompanija pružaju jednak kvalitet u smislu karakteristika i funkcionalnosti, te je neophodno da ih razlikujemo nekim drugim faktorima. Zbog toga se fokus stavlja na odnos koji brend uspostavlja sa potrošačem i na emocije koje se tim odnosom pobuđuju [2]. Emocije imaju nekoliko bitnih funkcija u marketinškoj komunikaciji: one mogu da formiraju pozitivne asocijacije na reklamirani proizvod, pomažu da se spozna korist određenog proizvoda ili usluge osiguravajući dobru komunikaciju i efikasnost prenošenja marketinških poruka. Korišćenjem emocija u oglašavanju dolazi do vezivanja pozitivnih osećanja u svesti potrošača. Na osnovu teorije klasičnog uslovljavanja, pozitivna osećanja u vezi sa oglasom i dalje će biti povezana sa brendom čak i u odsustvu oglasa. Emocije u reklamama mogu i da naglase korist koju potrošači imaju kada koriste određeni proizvod ili uslugu, kao što su na primer oglasi telefonskih kompanija koje naglašavaju radost i zadovoljstvo u komunikaciji sa prijateljima i porodicom. Konačno, emocije se mogu koristiti za jednostavno poboljšanje prenošenja poruke (na primer, velika je verovatnoća da će poruka biti bolje i lakše upamćena ako je izražena kroz humor) [3]. Ako istraživač pita potrošače zbog čega su kupili baš taj određeni proizvod, oni će najverovatnije govoriti o racionalnim karakteristikama i o koristi koju imaju upotrebom tog proizvoda ili usluge. Potrošači pružaju svesne, kognitivne reakcije, koje se lako objašnjavaju i društveno su prihvatljive. Ono šta ispitanik neće moći lako da objasni je svoju ličnu motivaciju, svoje emocije u vezi sa tim proizvodom i nesvesno razmišljanje koje ga je navelo na akciju [4].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio mr Uroš Nedeljković, docent.

3.0. MERENJE EMOCIJA

Postoji više načina na koje se mogu meriti emocije. Dve najrasprostranjenije metode su samostalno merenje i autonomno merenje. Budući da se u ovom radu opisuje instrument za samostalno merenje emocija, ovaj metod ćemo detaljnije opisati. Samostalno merenje se zasniva na opisu doživljenih emocija. Tokom godina ovaj metod se najčešće koristio za merenje emocionalnih reakcija na oglase. Pomoću njega se registruju subjektivna osećanja ispitanika, odnosno koristi se princip interpretacije doživljenih emocionalnih iskustava [1]. Emocionalne reakcije se mogu samostalno meriti verbalnim i neverbalnim instrumentima. Kao neverbalni instrument korišćen je PAD model koji je kasnije, zbog mnogih ograničenja preveden u vizuelni, a kao vizuelni instrumenti koriste se, već ranije pomenuti, SAM i PrEmo.

Suprotno samostalnom merenju, autonomno merenje ne vrši ispitanik. Osim što meri telesne reakcije, autonomno merenje podrazumeva i ocenu psihološke reakcije izazvane promenama u nervnom sistemu (znojenje, crvenilo lica,...). Tri načina merenja ovih reakcija koja su se pokazala najrelevantnijim su zasnovana na izrazu lica, otkucajima srca i provodnosti kože. Sva tri načina ispitivanja su u oblasti marketinga, svaki od njih se pokazao manje ili više uspešnim, ali ni jedan nije dao bolje rezultate od samostalne metode [1].

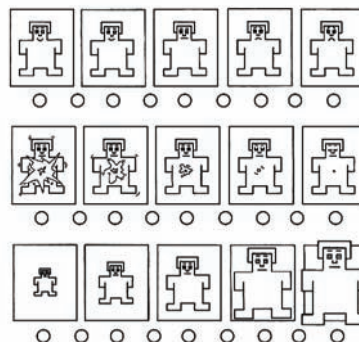
2.1. PAD model merenja emocija

PAD je akronim za zadovoljstvo (pleasure), uzbuđenje (arousal), i dominaciju (dominance). To je trofaktorski model nastao iz 18 bipolarnih emocija, koji su razvili Albert Mehrabian i James A. Russell, u velikoj meri podudaran sa trodimenzionalnim modelom koji je početkom 20 veka razvio Wilhem Wundt [5]. Skala, zadovoljstvo - nezadovoljstvo procenjuje emocionalnu vrednost nekog iskustva, a kreće se od emocija prijetnosti do emocija neprijatnosti. Skala, uzbuđenje - neuzbuđenje bavi se pitanjem fizičke aktivnosti i mentalne budnosti, a kreće se od pospanosti do jakog uzbuđenja. Skala, dominantnost - pokornost prikazuje nivo kontrole nad nekom emocijom, odnosno, pokazuje snagu utiska [6]. Parovi su definisani sa svim mogućim kombinacijama nivoa skale zadovoljstva, uzbuđenja i dominacije. Prema tome je, na primer, osećaj neprijateljstva opisan kao nizak stepen zadovoljstva i visok stepen uzbuđenja i dominacije (-P, +A, +D) [7].

2.2. Vizualno samostalno merenje (SAM metoda)

Slično verbalnom merenju, i vizualni metod se zasniva na merenju subjektivnih osećaja. Razlika je u tome što se ovde umesto verbalizacije emocija koriste grafički karakteri kojima su predstavljene različite emocije i emotivna stanja. Za ovu vrstu merenja najčešće se koriste dve metode: modeli za samoocenjivanje SAM (Self Assessment Manikin) i PrEmo (Product Emotion Measurement). Model za samoprocenjivanje SAM, razvijen od strane Langa (P.J.Lang) 1980. godine je model vizualnog samostalnog merenja emocija koji je razvijen na osnovu PAD dimenzija. Umesto verbalnog opisa emocija, Lang je za svaku dimenziju koristio po pet grafičkih karaktera koji su izražavali emotivna stanja. Grafički karakteri su postavljeni na linearnoj skali od

devet tačaka, a ispitanici su birali onu sliku (grafički karakter) koja najbolje odražava njihova osećanja. Ovakav način merenja je pogodniji od verbalnog jer ne zahteva "prevodenje" kompleksnih osećanja i emotivnih stanja. Kako je ovde isključena verbalizacija, sama reakcija ispitanika je mnogo brža [1]. SAM instrument se intenzivno koristi u oblasti marketinga. Zbog svoje grafičke prirode primenjiv je u različitim kulturama, kako među pismenim tako i među nepismenim ljudima [7]. Na slici 1. prikazan je SAM instrument. Skala dominantnosti je namerno postavljena u obrnutom redosledu u odnosu na prve dve skale (skale zadovoljstva i uzbuđenja), kako bi predstavila inverzni odnos između dominantnosti i odgovarajuće emocionalne reakcije [8].



Slika 1. Izgled SAM alata

Moris (Morris, J.D.) dopunjuje SAM metodu 2002. Godine, tako što razvija novi instrument – AdSAM (Attitude Self-Assessment Manikin) metodu [1]. Ova metoda eliminiše potrebu za prevodenjem ispitanikovog odgovora [9]. Nakon što je ovaj princip merenja ustanovljen i definisan, izvršeno je opširno merenje emocionalnih reakcija na apele iz televizijskih, radio i štampanih reklama. Pored emocija koje su reklame prouzrokovala, merene su i druge vrednosti marketinške efikasnosti: stav potrošača prema reklamiranom proizvodu, znanje o proizvodu, verovatnoća kupovine reklamiranog proizvoda itd. Rezultati ovog ispitivanja su pokazali da emocionalne reakcije na reklame imaju mnogo veći efekat na buduće ponašanje potrošača u poređenju sa racionalnim razmišljanjem [8].

3. FACIJALNE EKSPRESIJE

Facijalna ekspresija emocije je proizvod mišićne aktivnosti lica i predstavlja spoljašnji izraz unutrašnjeg stanja. To su pokreti lica koji se dešavaju u predelu očiju, obrva, čela, usta, obraza, nosa, lica u celini [10]. Lice predstavlja veoma važan kanal neverbalne komunikacije. Mi izraze lica koristimo u širokom spektru socijalnih situacija i to kada želimo da pokažemo svoje emocije, osobine naše ličnosti, inteligenciju, narav i slično. Naš osmeh govori ljudima da nam je drago što ih vidimo, mrgođenje ih odbija, pogled uperen u pod nož daje do znanja da nismo baš najsrećniji, a podignuta glava i izvijene usne ukazuju da smo raspoloženi za šalu. Mnogo toga možemo reći licem [11]. Lice može pokazati koju emociju osoba oseća, da li su dve emocije spojene (pomešane) jer čovek često oseća dve emocije i lice registruje elemente obe emocije. Lice može pokazati i jačinu emocije koju osoba oseća – svaka emocija može imati različit intenzitet i to će se videti na licu [10].

Možemo da koristimo izraze lica onda kada reči nisu neophodne, a kada neko kaže nešto što i nije baš uredu mi licem možemo da mu pokažemo da je napravio grešku. Iz ovoga postaje jasno, da je glavna uloga lica u našem korišćenju govora tela, izražavanje emocija. Lice daje veliki doprinos u samom izražavanju intenziteta neke emocije koju osećamo. Govor lica se ne ograničava samo na izraze lica.

Ovde je važno istaći i ulogu pojedinih njegovih delova, a to su usne, oči, obrve, lepota, pa i boja lica koja zavisi od stepena uzbuđenosti našeg organizma ili našeg zdravstvenog stanja [11].

4. PREDSTAVLJANJE EMOCIJA VIRTUELNIH KARAKTEROM

Kako bi se nekom čoveku omogućilo da prepozna emociju virtuelnog karaktera, znaci koje taj karakter izražava moraju biti predstavljeni prema stvarnim čovekovim reakcijama prilikom pokazivanja određene emocije. Sa povećanjem upotrebe kompjutera i tehnologije uopšte, u mnogim aspektima današnjeg društva, postaje sve važnije stvaranje interakcije između sistema i čoveka.

Neverbalna komunikacija se može koristiti u cilju poboljšanja verbalne komunikacije. Facijalne ekspresije, položaji tela, i gestovi su prepoznati kao veoma značajni modeli za neverbalnu komunikaciju i time nam omogućili da potvrdimo individualna mentalna i emocionalna stanja onoliko dobro koliko je to i nečiji stav ili karakterna osobina. Kako bi virtuelni karakter efikasno i precizno komunicirao sa korisnikom putem neverbalne komunikacije, prvo treba ispitati koliko efikasno predstavlja emocije [12].

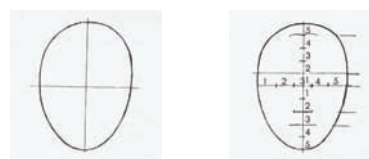
5. PROSEČAN IZGLED LICA

Prosečnost je jedna od karakteristika fizičke lepote koja kroz spoljni izgled pojedinca govori o njegovim zdravim i plodnim genima. Prosečan izgled lica je rezultat određene kombinacije evolucije, kognitivnog prototipa, i simetrije. Budući da čovek evoluira, moguće je da je pojam o atraktivnosti menjan tokom godina, a danas atraktivnost zavisi od fizičkog stanja. Što se tiče kognitivnog prototipa, on je zavisao od iskustva kroz koje smo prošli. Dok ljudi posmatraju lica drugih ljudi, njihova mentalna predstava o tome kakvo je to lice može biti ažurirana kroz proces sličan kompozitnom. Prosečne crte lica lako se podudaraju sa kognitivnim prototipima i doprinose našoj predstavi tog lica. Na kraju, prosečna lica su simetrična lica, i simetrija je odavno smatrana pokazateljem zdravlja određene osobe kao i njenog dobrog fizičkog stanja. Evolucija rasnih karakteristika, među izolovanim etničkim grupama pokazuje uticaj na određivanje prosečnog izgleda lica. Izolovane grupe formiraju kognitivne prototipove koji su zasnovani na izgledu lica samo njihove populacije. Kada se dve različite rasne grupe po prvi put susretnu jedna sa drugom, članovi nepoznate grupe biće smatrani kao čudni i manje atraktivni. Izgled lica, nepoznate rasne grupe je smatran kao manje atraktivan iz tog razloga što je drugačiji od prosečnog izgleda lica na koje su se članovi grupe navikli. Sa postepenim upoznavanjem razlika, kognitivni prototip se ažurira i na taj način se menja i definicija o prosečnoj lepoti određene rase [13].

6. CRTANJE I ANIMIRANJE FACIJALNIH EKSPRESIJA GRAFIČKOG KARAKTERA KORIŠĆENJEM ALATA ADOBE FLASH

6.1. Proporcije glave i lica

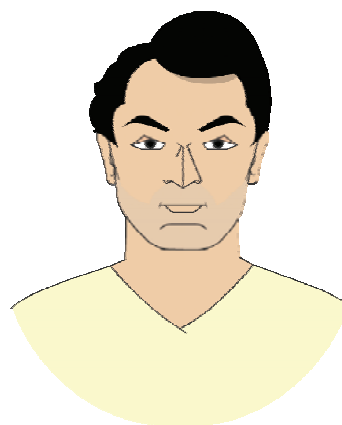
Ljudska glava je ovalnog oblika, nalik jajetu. Gledano od napred, dužina glave je za jednu trećinu veća od njene širine [14]. Postoji nekoliko praktičnih načina crtanja idealnih proporcija glave. Jedan od načina koji je i primenjen podrazumeva podelu glave po vertikalni i horizontalni na dva jednaka dela (pogledati sliku 1.). Potom sledi podela horizontalnog dela na pet jednakih celina i vertikalnog dela na deset jednakih celina, što je prikazano na slici 2. Prateći ova pravila dobijena je skica prikazana na slici 3., a konačan lik oblikovan je u grafičkom programu Adobe Flash (slika 4.). Sam lik grafičkog karaktera nacrtan je prema proporciji prosečne lepote kavkastog tipa.



Slika 2 (levo) i Slika 3 (desno). Podela glave



Slika 3. Skica grafičkog karaktera



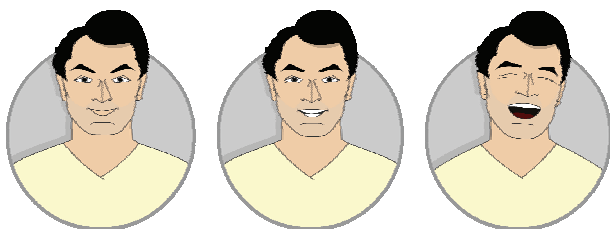
Slika 4. Konačan izgled grafičkog karaktera

6.2. ANIMIRANJE

Kao što je to već ranije pomenuto, grafički karakter i njegove facijalne ekspresije oblikovane su i animirane u grafičkom programu Adobe Flash. Na slici 5. prikazani su frejmovi/promene jedne od animacija, u ovom slučaju animacija četvrtog stepena, dimenzije zadovoljstva.

Proces animiranja zahtevao je crtanje u skoro svakom frejmu. Svaka karakteristika lica nalazi se na posebnom sloju kako bi se postigla veća kontrola prilikom animiranja. Samo su usta raspoređena na tri sloja, oba oka na po pet slojeva, itd. Kao jedna od najkorisnijih, našla se opcija "Shape Tween" koja je vrlo često zahtevala "pametnu" pripremu dela koji je trebao da se animira, a kako bi željeno funcionisao. Osim pomenute opcije, korišćene su i preostale dve opcije iz porodice "Tween", "Motion i Classic Tween" koje su pomogle u animiranju simbola. Za animiranje grafičkog karaktera u programu Flash, najpotrebnije je ručno crtanje. Što se tiče pokretanja i zaustavljanja animacije, za zaustavljanje je kreiran poseban sloj unutar same animacije na kojem se nalazi skripta stop(); , dok je za pokretanje animacije kreirano dugme na kojem je primenjena sledeća skripta:

```
on (release) {
    gotoAndPlay(1);
}
```



Slika 5. Tri promene animacije četvrtog stepena, dimenzije zadovoljstva

7. ZAKLJUČAK

Pozitivne karakteristike SAM instrumenta kao što su brzina, jednostavnost korišćenja, niska cena merenja, pogodnost za velika i opširna istraživanja, multikulturalna istraživanja, kao i za istraživanja sa decom, i ono najvažnije, uspešni rezultati sprovedenih istraživanja, dali su prednost ovom instrumentu nad drugim instrumentima za merenje emocija. Na bez pregleda literature i praktične realizacije odnosno redizajna instrumenta SAM, smatramo da izgled grafičkog karaktera pri metodama vizuelnog samostalnog merenja emocija treba da predstavlja veristički ljudski lik, kako bi ispitanik brže i tačnije prepoznao i ocenio vlastite emocije. Emocionalne reakcije karaktera koji smo oblikovali u velikoj meri su oblikovane na bazi Sistem kodiranja pokreta lica (FACS) koji je najobjektivniji postojeći sistem za merenje verodostojnog ponašanja lica. Ovaj fiziološki model identifikuje 44 mogućih nezavisnih pokreta mišića lica, nazvanih jedinice pokreta (AUs-Action Units), od kojih je više korišćeno za potrebe ovog rada. Kada je reč o upotrebi ovog sistema u oblasti marketinga, on se ipak nije pokazao najkorisnijim, s obzirom da se u sprovedenom marketinškom istraživanju, 1995. godine, došlo do zaključka, da reklame izazivaju jako male pokrete mišića lica i da stoga FACS metod nije pogodan za njihovu detekciju. Zbog toga su FACS akcione jedinice primenjene na animirani karakter u ovom slučaju dodatno naglašene.

8. LITERATURA

[1] Poels K., Dewitte S. (2006). How to capture the heart? Reviewing 20 years of emotion measurement

in advertising. Leuven, Catholic University of Leuven - department of marketing and organisation studies.

- [2] Consoli D., (2010). A new Concept of Marketing: The Emotional Marketing. Journal of Broad Research in Accounting, Negotiation, and Distribution. [pdf-dokument]. 1(1), str.1. Dostupno na: <http://www.edusoft.ro/brain/index.php/brand/article/viewFile/76/170> [pristupljeno 07. maj 2013].
- [3] Ferris, C. (2004). The effects of advertising schema-congruity on emotional response. Florida, University of Florida.
- [4] Wang, W. (2010). Towards a deeper understanding of human emotions in marketing communication. Glasgow, University of Glasgow, department of management.
- [5] Russell, James A., and Albert Mehrabian. "Evidence for a three-factor theory of emotions." Journal of research in Personality 11.3 (1977): 273-294.
- [6] Bradley, M.M., P.J. Lang. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry. Vol. 25, str. 49-59.
- [7] Caicedo, D.G., Beuzekom, M. (2006). "How do you feel?": An assesment of existing tools for the measurement of emotions and their application in consumer products research. Diplomski rad, Delft: Delft Univerzitet Tehnologije.
- [8] AdSam (2012). Emotional Response Modeling. [Internet]. Dostupno na: <http://adsam.com/> [pristupljeno 04. maj 2013].
- [9] Morris, J.D., Strausbaugh, K.L., Nthangeni, M. (1996). Emotional Response to Advertisements Across Cultures. University of Florida, Paper Presented at/Published in the Proceedings of the American Academy of Advertising 1996 Conferenc. Vancouver, British Columbia, Mart 1996. godine.
- [10] Ekman, P. (1992). Telling lies. New York: W. W. Norton & Company.
- [11] Hasečić M., (n.d.). Neverbalna komunikacija. Govor tijela. Tumačenje znakova neverbalne komunikacije. [Online]. Dostupno na: <http://www.scribd.com/doc/12751343/Neverbalna-komunikacija-ili-Govor-tijela-1-by-Meliha-Hasei-psiholog> [pristupljeno 10. septembar 2011].
- [12] Tan, S.C.G., Nareyek, A. (2009). Integrating Facial, Gesture, and Posture Emotion Expression for a 3d Virtual Agent. National University of Singapore, The 14th International Conference on Computer Games: AI, Animation, Mobile, Interactive Multimedia, Educational & Serious Games. Louisville, Kentucky, USA 29.jula-2. avgusta 2009. godine, Wolverhampton, UK: Univerzitet u Wolverhamptonu, Fakultet za računarske i informacione tehnologije.
- [13] Lidwell, W., Holden, K., Butler, J. (2003). Universal Principles of Design. Beverly: Rockport Publishers.
- [14] Pogany, W. (1976). The Art of Drawing. s.l: Littlefield, Adams & Co.

Adrese autora za kontakt:

Marija Jotanović: jotanovisad@gmail.com

Uroš Nedeljković: urosned@uns.ac.rs

DIGITALNI MANIPULACIONI ASPEKTI FOTOGRAFIJE ANDREASA GURSKOG
DIGITAL MANIPULATION TECHNIQUES OF ANDREAS GURSKY'S PHOTOGRAPHYGabor Terečik-Nađ, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada je opis odnosa fotografije kao savršenog dokumentarnog medija, i načina na koji je digitalna fotografija i tehnologija redefinisala prirodu fotografije.

Ove napredne tehnologije dovode u pitanje fotografiju kao verodostojan medij. Kako bi se ispitao uticaj digitalnih tehnologija na fotografiju, prikazan je jedan mogući radni tok digitalnog manipulisanja sa kojim je moguće dobiti približne rezultate kao kod umetnika Andreasa Gurskog.

Ključne reči: fotografija, digitalna manipulacija, Andreas Gursky

Abstract – The subject of this paper is to define the relationship between photography that was viewed as the perfect documentary medium because of its mechanical nature and the modes in which digital photography and technologies influenced and redefined the nature of photography.

With these advanced technologies we have to redefine the credibility of the photographic medium. To analyse the influence of digital technology on photography, a possible workflow of digital manipulation is presented, with which it is possible to achieve similar results as can be seen in the works of Andreas Gursky.

Ključne reči: photography, digital manipulation, Andreas Gursky

1. UVOD

Andreas Gursky je jedan od najistaknutijih fotografskih umetnika sadašnjice, koji živi u Nemačkoj. Fotografiju je učio od Berndta i Hille Becher, bračnog i umetničkog para koji su predstavnici konceptualne umetnosti i poznati su po klinički čistim fotografijama fabričkih postrojenja i zgrada snimanim bez prisustva ljudi.

Dekontekstualizacijom oni izbegavaju direktan moralni ili socijalni komentar, a Andreas Gursky je delimično preuzeo njihovu formalnu strategiju, ali je njegov pristup tehnici i idejnom funkcionisanju fotografije drugačiji, individualan.

Cilj rada je predstaviti digitalne manipulacione aspekte umetnikovog stvaralaštva, kao i ceo radni ciklus od fotografisanja panoramskih pejzaža do štampanja fotografije u velikim dimenzijama.

Kroz primere je prikazana transformacija fotografije slične tematike kao Gurskijeva fotografija „Rajna II” u fazi digitalne manipulacije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio mr Goran Jureša, docent.

Na ovaj način ukazujemo na položaj fotografskog medijuma kao verodostojnog u eri digitalnih tehnologija.

2. DIGITALNA MANIPULACIJA U RADOVIMA ANDREASA GURSKOG

Andreas Gursky je naš savremenik, koji pripada umetničkom pravcu savremene umetničke fotografije. On smatra da je njegovo umetničko stvaralaštvo jedna vrsta enciklopedija modernog sveta, i da bi uhvatio prirodu i esenciju modernizma, Gursky putuje po gradovima Evrope, Azije, Arabije, Južne i Severne Amerike, gde traži adekvatne lokacije za snimanje simboličnih ispoljavanja modernog, tačnije globalizovanog sveta. Poznato je da je umetnik veoma selektivan, zahtevan u svom radu, što podrazumeva pažljiv odabir predmeta svojih fotografija, kao i pažljivu izradu koja uključuje i korišćenje digitalne manipulacije. Interesantno je napomenuti, zašto se Gursky okrenuo prema digitalnoj manipulaciji. Tvrdi, da je osetio da „fotografija više nije verodostojna” i da je „fiktivna konstrukcija” potrebna za „precizno opisivanje modernog subjekta” [1]. Zanimljivo je spomenuti i to, da Gursky i dalje teži ka pronalaženju odgovarajućih slika modernog sveta, ali kada se suoči sa složenim, i prenatrpanim svetom, on je takoreći primoran da iskriviti realnost da bi postigao svoj cilj.

2.1. Fotografija kao verodostojan medij i inherentna manipulativna priroda fotografije

Kada je izum fotografije bio predstavljen čovečanstvu 1839-e godine, fotografija je bila je viđena kao savršeno dokumentarni medij zbog svoje mehaničke prirode, koja je mogla obezbediti čiste i tačne kopije realnosti. Zbog ove osobine, tj. da može izložiti i otkriti činjenice, fotografija je postala verodostojan svedok stvarnosti. Fotografija ne laže, uvek „govori istinu”, i prikazuje ljude čak u neočekivanim i neplaniranim momentima na verodostojan način. Ralf Valdo Emerson (Ralph Waldo Emerson) je tvrdio: „fotografiju odlikuje neposrednost, autentičnost i neverovatna činjenica da oko fotoaparata vidi više nego ljudsko oko. Fotografija pokazuje sve.” [2] Fotografija je čak zabeležila i događaje koje su sudovi prihvatili kao neosporne činjenice, i koristili ih kao dokaz. Mnogi fotografi tvrde da njihove fotografije predstavljaju neiskrivljenu sliku stvarnosti. Ova tvrdnja ne može biti potpuno istinita, jer ima veliki broj intervencija na fotografijama – od snimanja do objavljivanja fotografije – , iako fotografi tvrde da nije bilo manipulisanja. Jedna ovakva vrsta manipulacije se odnosila na poboljšanje samog fotografskog filma, u cilju ispravke ogrebotina i raznih oštećenja, nedostataka na samom filmu. Druga vrsta manipulacije se pojavljuje tokom procesa fotografisanja. Tokom snimanja fotograf bira predmet

fotografisanja, kadrira scenu i koristi razne filtere i druge slične „alate“ da promeni izgled i poruku fotografije. Fotografija može čak iskriviti i same fotografisane objekte, jer one opisuju delove života, što je fotograf izabrao, kadrirao i zabeležio. Fotografi dakle, biraju jedan aspekt stvarnosti, što žele predstaviti. Čak i kada pokušavaju precizno snimiti jednu scenu, mogu propustiti suštinu, što bi ona trebala predstavljati. Fotografije dakle, čak i one najrealističnije, mogu artikulirati istine, iako su činjenice pogrešno shvaćene, i obrnuto, mogu pogrešno artikulirati istinu, iako su činjenice dobro prezentovane i verodostojne. Manipulacija fotografije je možda čak i neophodna kako bi se prezentovali scene i objekti na što precizniji način.

2.2. Uticaj digitalne fotografije na fotografsku praksu

Sa pojavom kompjuterske tehnologije istovremeno je primenjena u fotografiji, kao i u mnogim oblastima života. Elektronski zabeležene slike, tj. digitalne fotografije mogu biti lakše i jednostavnije promenjene, iliti manipulirane nego fotografije snimljene tradicionalnim putem. Pojava digitalne fotografije je jednostavno nametnula da se prizna inherentna, manipulativna priroda fotografije. Ovim izumom treba preispitati i redefinisati prirodu fotografije kao vizuelnog medija, isto kao što je izum fotografije pre 150 godina primorao umetnike da redefinišu prirodu slikarstva. Pojava fotografije je toliko snažno uzdrmala konvencionalne navike klasične umetnosti da se činilo da je to i njen kraj. Slikarstvo ipak nije „umrlo“, nego je svet stigao do tačke da preispita, redefiniše i promeni svoje ideje i teze o tome šta je zapravo umetnost. Kada je realizam u pitanju, fotografije su takoreći prevazišle umetničke slike, koje su iznenada postale prevaziđene, staromodne, a slikari su počeli da eksperimentišu sa različitim modusima, kao što su kubizam, ekspresionizam, itd.

Digitalna fotografija na sličan način redefiniše prirodu fotografije. Digitalna fotografija se zapravo u toj meri razlikuje od fotografije, koliko se fotografija razlikuje od

slikarstva. Fotografije su analogne, fluidne, kontinuirane i imaju beskonačno mnogo tonalnih varijacija. Sa druge strane digitalne fotografije se sastoje od diskretnih i ograničenih broja piksela. Sam svetloosetljivi senzor na digitalnim fotoaparatima je podeljena na mrežu ćelija, i svaka ćelija može imati ograničen opseg vrednosti. Ove ćelije određuju intenzitet svetlosti i boju svakog piksela. Digitalni senzori ne mogu prikazati u potpunosti fine detalje i krive linije zbog kvadratne strukture piksela i zato se uzima približna vrednost. Uvećanjem digitalne fotografije moguće je otkriti više detalja na njemu, iako će konačni, uvećani snimak biti mutniji. Još većim uvećavanjem fotografija će otkriti mrežastu strukturu digitalnog zapisa.

3. DIGITALNE MANIPULACIJE TEHNIKE ANDREASA GURSKOG

Manipulacija i iskrivljenje istine u delima Andreasa Gurskog se mogu opaziti u manipulaciji nad bojama, barem na početku njegovog umetničkog stvaralaštva. On često pojednostavljuje boje do te mere da na kraju ostaju samo jedna, ili dve. Ovakva koloristička homogenizacija čini njegove kompozicije ritmičnim i ponavljajućim, što potvrđuje autorovu željenu poruku. Drastičnija digitalna intervencija je potrebna kada autor koristi više snimaka i aranžira ih u jedan. Broj snimaka može varirati od dva pa do nekoliko desetina snimaka.

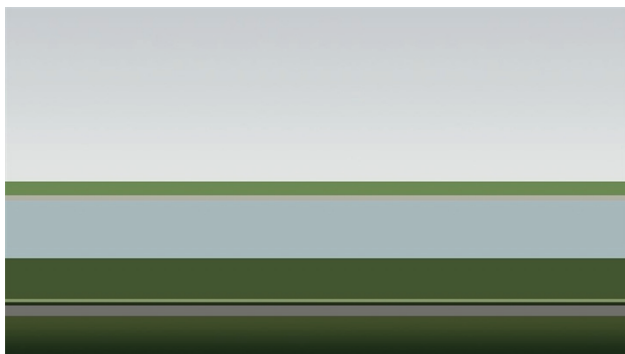
3.1. Fotografija „Rajna II“

Andreas Gursky ne okleva da ukloni neželjene elemente. Na fotografiji „Rajna II“ svaki trag industrijalizacije je eliminisan, jedino ostaje reka, koja teče kroz netaknutu prirodu (slika 1). Na fotografiji možemo videti jednu širu, horizontalnu, sivu traku preko celog platna, koja se povlači po sredini slike, zatim iznad jednu drugu, tanju, zelenu traku, i dve šire, zelene trake ispod koje su podeljene jednom sivom trakom (slika 2).



Slika 1. *Andreas Gursky - Rhein II, (1999), 187 x 346 cm*

Ljudsko prisustvo je odsutno, pozadina je uklonjena, nema drveća, žbunjeva, takođe ni građevine. Autor interveniše da bi obezbedio najsavremeniji mogući pogled na Rajnu, a ne da bi prezentovao jedan piktorijalni pogled na reku. Gurski minimalizuje efekat perspektive i tako se fotografija „spljošti” na jedan nivo. Mogući razlog za izbor ovakvog anti-estetskog pristupa je težnja ka objektivnosti. Umetnik ovo postiže digitalnom intervencijom, i to do te mere manipuliše, da kompozicija na kraju deluje matematički i izveštačeno, ali je fotografija uravnotežena.



Slika 2. Kompozicijska analiza fotografije „Rajna II”

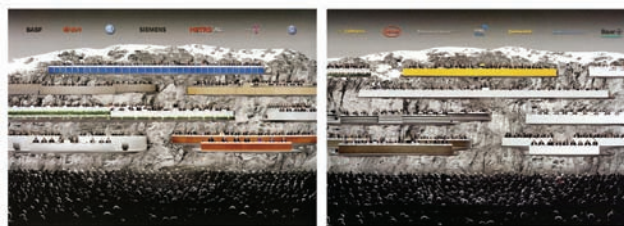
Ova ravnoteža ukazuje na prirodni fenomen, naime svaka međusobna sila teži ka srednjoj vrednosti. Nemački kritičar Rudolf Šmic (Rudolf Schmitz) koristio je jedan pojam: „ravnomerna distribucija pažnje”, da bi opisao ovu ravnotežu u Gurskyjevim radovima. [3] Ili kako je Pitr Henri Emerson (Peter Henry Emerson) rekao vezano za oštrinu fotografije: „glavni objekat postoji, ali on zauzima samo jedan mali udeo na fotografiji oko oštirih detalja. [4] Naše oči lutaju, i nećemo nigde stati. Naša pažnja je jednako podeljena.

U fotografiji „Rajna II” konstruiranje nove realnosti se može opaziti u samom kvalitetu rada, imamo osećaj kao da „nije sve sasvim na mestu”. Ova karakteristika dovodi u pitanje fotografiju, kao dokumentarni medij, i više od toga, da li je ono što vidimo stvarnost, koja je navodno dokumentovana. To je ono što je Gurski na fotografiji „Rajna II” uradio – tačnije, konstruisao je jedan deo reke, koji zapravo ne postoji.

3.2. Fotografija „Stockholder Meeting, Diptychon”

Kod Gurskyjeve fotografije „Stockholder Meeting Diptychon” (Sastanak Akcionara, Diptih) digitalna intervencija je očigledna (slika 3). Sam naslov rada sugeriše da je u pitanju diptih, čija je kompozicija podeljena na tri nivoa, koji stvaraju hijerarhijsku podelu. Na najvišem nivou se nalaze logoi nemačkih giganta. Oni su poređeni u nizu u pozadini, koja je povučena i jednobojna. Ispod ovih logoa su vrhovi planina, koje formiraju drugi nivo hijerarhije. Nekoliko ljudi je uspeo postaviti podijume na planini, sa kojih se nadmeno obraćaju ljudima na najnižem nivou fotografije, očigledno dajući im uputstva. Oni takođe pričaju međusobno, gestikulišu i odeveni su elegantno. Na zadnjem, najnižem nivou se nalaze akcionari, koji su okrenuti prema planinama. Oni su zbijeni u redove, i gledaju šta oni na drugom nivou rade, ali oni ne uzvraćaju pažnju, već razgovaraju ulgavnom međusobno. Ova slika naravno liči

na poznatu priču o borbi između moćnih i nemoćnih, i daje gorak ukus totalitarnih režima. Postoje nedoumice, kada tražimo odgovor o suštini ovog dela, kada dublje dekonstruišemo ideju, koja stoji iza ovoga rada. Teško je odlučiti: da li je ozbiljna alegorija, ili je duhovita, čak banalna parodija na račun savremenih, moćnih korporacija. Gurski na ovoj fotografiji prikazuje dosta ekstreman pogled na savremeni svet. Logoi predstavljaju idealne oblike, dok su akcionari predstavljeni skoro kao „robovi”. Fotografija kritikuje trenutno stanje modernog sveta, kao i kulturu, koju oblikuju velike korporacije. Delo takođe može poslužiti kao metafora globalizovanog društva. Ova slika nosi stilske karakteristike nadrealizma, i logično je zaključiti, da nosi u sebi nihilistički pogled na svet, koji naizgled nema alternative.



Slika 3. Andreas Gursky - Stockholder Meeting, Diptychon (2001)

4. SNIMANJE, OBRADA I ŠTAMPANJE FOTOGRAFIJA ANDREASA GURSKOG

Tokom studiranja, Gursky je koristio tradicionalni format za štampanje fotografija: od 20 do 40 cm. Od 1988-e godine veličina otiska raste, a od 2000-e godine do danas on je kombinovao otiske da bi dobio fotografije veličine čak do 5 metara. Ovo uveličanje u dimenzijama otisaka međutim ne podrazumeva uvećanje objekata na njegovim slikama, nego se odnosi na kreiranje panorame.

Gursky danas koristi digitalni fotoaparati srednjeg formata, sa kojim obeležava izabranu scenu u panoramskom stilu, i tako pokriva detalje. Zatim skenira ove fotografije pomoću skenera visoke rezolucije i pomoću računarske tehnologije spaja ih u jednu. Izlazni fajl zatim precizno obrađuje, manipuliše da bi sve odgovaralo njegovoj viziji. Kada je zadovoljan rezultatom, umetnik vrši štampanje svojih radova na takozvanim LaserJet štampačima, koje su proizvedene kod kompanije “Océ Display Graphics Systems”, tojest one su specijalne digitalne štamparske mašine za štampanje fotografije većih dimenzija na fotografskom papiru do čak cca. 200 x 300 cm.

5. PROCES DIGITALNE MANIPULACIJE

Za pravljenje fotografije slične tematike kao „Rajna II” korišćen je digitalni fotoaparati obične klase. Sama manipulacija fotografije je napravljena na rasprostranjenom softverskom paketu „Photoshop CS6”, pomoću kojeg je prikazan jedan mogući radni tok digitalnog manipulisanja sa kojima je moguće dobiti približne rezultate onima Andreasa Gurskog. Na ovaj način se pokušalo usredsrediti na način kako zapravo umetnik razmišlja u fazi digitalne manipulacije, i takođe dati odgovor na pitanje koliko je moguće transformisati elemente na snimku, znači iskriviti realnost na samoj fotografiji. Sama fotografija je napravljena u istom dekontekstualizovanom, objektivnom

stilu sa sličnim kompozicionim karakteristikama kao kod Gurskog. Tokom procesa fotografisanja načinom kadriranja i izborom same scene perspektiva je minimizirana. Ljudsko prisustvo je odsutno, drveće i žbunjevi su uklonjeni, pozadina je zamenjena oblacima iz druge fotografije koje su manje izdetaļisane i nemaju teksturu. Takođe je urađeno izravnavanje dominantnih horizontalnih linija i selektivna manipulacija boje da bi zeleni pašnjak došao do većeg izražaja slično kao i na fotografiji „Rajna II” (slika4).



Slika 4. Proces digitalne manipulacije slične fotografije kao „Rajna II”

6. ZAKLJUČAK

Analizom i kroz primere je prikazana i potvrđena inherentna manipulativna priroda fotografskog medijuma u digitalnom, elektronskom domenu. Fotografska slika više ne poseduje fiksnu i mehaničku vezu sa onim što prikazuje, nego više naginje ka artifićijelnom i simuliranom.

Radove Andreasa Gurskog dakle ne možemo u potpunosti posmatrati kao dokumente modernog sveta, jer su one fiktivne i izgrađene scene od fragmenata koje se nalaze u stvarnom svetu. Na ovaj način umetnik zapravo samo „pozajmljuje” deliće realnog sveta, i tako gradi fikcije. Interesantno je da ove fikcije deluju sasvim realno.

7. LITERATURA

- [1] Galassi, Peter „*Andreas Gursky*“ (2002)
- [2] Ritchen, Fred „*In Our Time: The World as Seen by Magnum Photographers*“ (1989)
- [3] Alberro, Alex „*Blind Ambition*“, Artforum (2001)
- [4] Geoffrey Batchen „*Phantasm: Digital Imaging and the Death of Photography*“ (1994)

Kratka biografija:



Gabor Terečik-Nad rođen je u Novom Sadu 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafićko inženjerstvo i dizajn – Likovna grafićka kultura odbranio je 2013. godine.

STUDIJA EFEMERNE ARHITEKTURE MUZIČKOG FESTIVALA NA PRIMERU IDEJNOG REŠENJA „EGZIT“ FESTIVALA**STUDY OF EPHEMERAL ARCHITECTURE OF MUSIC FESTIVAL ON CONCEPTUAL DESIGN OF „EXIT“ FESTIVAL**

Vladimir Garboš, Miljana Zeković, Višnja Žugić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratka sadržaj – Rad se bavi pitanjem muzičkog festivala u kontekstu efemerne arhitekture i spektakla. Postavlja se pitanje koliko je za realizaciju muzičkog festivala neophodna arhitektonska ili urbanistička praksa u cilju njegovog kvalitetnijeg odvijanja. Rad je pokazao kroz postavljanje kriterijume koji se tiču arhitektonske i građevinske prakse i studijom slučaja, da je muzički festival nesumnjivo arhitektonska tipologija. Rad je takođe pokazao i prisutnost nekolicine fenomena koji se javljaju u kreiranju muzičkog festivala i koji su već uobičajena i prihvaćena arhitektonska praksa.

Ključne reči: efemerna, muzika, festival, arhitektura, egzist

Abstract – Theme of master thesis is music festival in context of ephemeral architecture and spectacle. Issue in question is how much architectural practice and/or urban design are needed in realization of music festival in it's best possible outcome. Thesis is based on analysis of criteria which are common for architectural and civil engineering practice and on five case studies. With this established methodology, it is concluded that music festival is without a doubt an architectural typology, and also that festivals already deal with some established architectural phenomena.

Ključne reči: ephemeral, music, festival, architecture, exit

1. UVOD

Fokus rada je na tezi da arhitektura predstavlja u mnogim slučajevima logistiku za muzičko stvaralaštvo. Arhitektonska dela opera, koncertnih sala, auditorijuma, pozorišta su neki primeri gde arhitektura pruža mogućnost muzičkom stvaralaštvu. Zbog toga je, možda grubo, upotrebljena reč logistika.

Muzička industrija, kao i svaka ekonomski orijentisana pojava, nameće zahteve „umetniku“, grupi, pojedincu, za stvaranjem profita, i vremenom, čak i iskreni muzičari bivaju pritисnuti obavezama prema producentima kućama. Time se stvaraju prepreke za slušaoca, fana, i raskida vezu koja je postojala. Izgubljena je veza koja je pratila odnos između publike i umetnika.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bila dr Miljana Zeković, docent.

Zbog svega gore navedenog, i savremenog društva koje se oslanja na razvoj informacionih tehnologija, javlja se otuđivanje ljudi uopšte i, onoga što je jedna od tema ovog rada, uskraćivanju istinskog i iskrenog doživljaja.

Arhitektura je uvek, iako možda ne uvek tako očigledno, bila isključivo u službi čoveka i civilizacije. Sa ovom idejom, pojava, i dalje mlade i nedovoljno istražene tipologije, ili podtipologije, muzičkih festivala, ima velik značaj u društvu danas kao tema koju arhitekte treba ozbiljnije da prihvate. Njihova znanja i obrazovanje mogu puno doprineti razvoju i kvalitetu festivala, kojim se često, ako ne i uvek isključivo bave osobe kojima fizička manifestacija festivala ne predstavlja toliko važan spekt.

Održavanje muzičkih festivala danas predstavlja zbližavanje i interakciju ljudi, a arhitektura je jedna od disciplina koje tome doprinose.

2. POSTAVKA PROBLEMA – TEZA

Kao osnovna teza se postavlja da je za produkciju, u opštem smislu te reči, jednog muzičkog festivala potrebno zadovoljiti određene aspekte kako bi se kvalitetno održao, zadovoljio očekivanja publike i onih koji nastupaju.

Ove aspekte možemo svrstati u nekoliko različitih kategorija koje se odnose na različite discipline neophodne u organizaciji, svaka veoma važna za celokupan kvalitet događaja.

Međutim za ovaj rad je najbitnija kategorija koja se odnosi na realizaciju festivala u prostoru, prostorno planiranje, projektovanje i prostornu manifestaciju festivala, njegovu fizičku realizaciju u određenom vremenskom periodu. Sve ovo su već spomenuti pojmovi. Za festivale postoji još jedna važna karakteristika: efemernost.

Višnja Žugić u svom master radu definiše tri osnovna kriterijuma efemerosti: privremenost, mobilnost i promenljivost. „Privremenost karakteriše vremenski i prostorno efemerna arhitektura - fizički kratkotrajna, pojavljuje se jednom, na određenom mestu, u kratkom vremenskom intervalu; mobilnost se definiše kao prostorno efemerna arhitektura - fizički je trajna, ali je prenosiva ili mobilna, pa tako postaje efemerna u smislu vremenskog perioda zaposedanja različitih prostora. [1]“ Muzički festivali su u svojoj generalnoj manifestaciji privremeni, a mobilnost karakterišu mnoge strukture od kojih se festival „gradi“.

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Metodologija se zasniva na analizi različitih relevantnih kriterijuma koji omogućavaju da se festival desi u prostoru. Kriterijumi su isključivo arhitektonskog karaktera i pripadaju arhitektonskoj struci, u njenom konvencionalnom i prihvaćenom obliku. Zbog toga bi trebalo da i same analize predstavljaju jasna arhitektonska razmatranja.

Posle uspostavljanja kriterijuma analize, studija slučaja nekoliko primera će doprineti izvođenju konkretnih zaključaka i smernica.

3.1. Kriterijumi analize

Aspekti koji će se razmatrati i koji su najrelevantniji za fizičku realizaciju festivala se mogu svrstati u četiri kategorije: opšti kriterijumi, organizacioni kriterijumi, prostorni kriterijumi, scenski kriterijumi i građevinski kriterijumi.

Dalje, ove kategorije možemo podeliti na sledeće podkategorije:

Opšti kriterijumi:

Efemernost festivala, Spektakl – ekskluzivnost događaja, Korisnici prostora i građenih struktura festivala.

Organizacioni kriterijumi:

Planiranje i projektovanje, Produkcija – izgradnja. Odnos.

Prostorni kriterijumi:

Izbor lokacije, Zoniranje, Tipologija festivalskih struktura, Građene strukture kao logistika festivala.

Scenski kriterijumi:

Svetlo i zvuk, Vizuelni identitet koji kreira građena struktura.

3.1.1 Opšti kriterijumi

Efemernost festivala.

Svaki muzički spektakl je efemerna struktura ili bolje reći skup efemernih struktura. Celinu festivala karakteriše privremenost, dok strukture koje ga grade, karakteriše mobilnost. Može se reći da, posebno binske konstrukcije u širem smislu, karakteriše jednako i privremenost i mobilnost.

Spektakl – ekskluzivnost događaja

U kontekstu ekskluzivnosti događaja umetnicima je mnogo teže da pruže kvalitetan sadržaj. Mnogi mladi umetnici ostaju neprimećeni u masi osrednjih kolega, te njihov živ nastup mora biti posebno pripremljen. Živi nastup umetnika ostaje i dalje sredstvo kojim se oni potvrđuju. Iz tog razloga, muzički festivali predstavljaju pravo mesto potvrđivanja istinskog kvaliteta muzičara, pogotovo i iz razloga više nastupa različitih bendova.

Korisnici prostora i građenih struktura festivala

Korisnici prostora se mogu podeliti u tri osnovne grupe, na osnovu njihovih potreba: posetioci festivala, izvođači i radnici na festivalu. Svaka od grupa ima nekoliko podgrupa. Iako su posetioci najbrojnija grupa, ne znači i da su najvažnija, iako se u poslednjih desetak godina mnogi festivali bave mnogo više različitim aspektima koji su direktno vezani za posetioce: bezbednost, dostupnost, pružanje kvalitetnog smeštaja, dostupnost hrane i osveženja i uopšte stvaranje ambijenta i servisa koji olakšavaju posetu.

3.1.2. Organizacioni kriterijumi

Planiranje i projektovanje.

Interesantan aspekt je da planiranje i projektovanje (pa čak i izgradnja) svake lokacije festivala traje veoma dugo u odnosu na vreme eksploatacije (održavanja festivala).

Ovaj kriterijum predstavlja svojevrsni fenomen iz aspekta arhitekture i organizacije građenja. Tradicionalne tipologije zahtevaju studiozne planove i projekte, planiranje izgradnje, što traje mnogo manji period nego vreme eksploatacije građevine tradicionalnih tipologija. Sidrik Prais (Cedric Price) govori o tome da je jednako važno znati kako razgraditi objekat isto koliko i znati sagraditi ga [2]. Ovo je za graditelje festivala jedna od najvažnijih stavki. Cene rentiranja mobilnih i montažno-demontažnih objekata nisu male, i dobro isplanirano vreme gradnje i razgradnje je od velike važnosti.

Produkcija – izgradnja. Odnos.

Organizacija festivala postavlja zahteve za održavanjem festivala, kreira program i sve aktivnosti. Sektori gradnje su tu da se pobrinu da se sve zamisli dese u prostoru. Gradnja podrazumeva projektovanje i planiranje prostora, svih servisnih prostora i struktura. Kao podizvođači se pojavljuju firme koje se bave montažom koncertnih bina, dizajnom i postavkom ozvučenja i rasvete.

3.1.3. Prostorni kriterijumi

Izbor lokacije.

Generalno, muzički festival zahteva veliku površinu zaravnatog terena. Ali kao i kod drugih arhitektonskih tipologija lokacije se biraju i prema atraktivnosti same lokacije i njene pozicije u širem urbanističkom – planskom pogledu. Najčešći slučaj lociranja festivalskog prostora je van gradskog naselja, na napuštenim površinama ili pravno ne regulisanim prostorima. U razvijenim zemljama, gde je fenomen muzičkih festivala odavno prihvaćen, lokacije dodeljuju i nadležni organi (gradska veća) u dogovoru sa organizatorima.

Zoniranje.

Za muzičke festivale je uobičajeno da postoje planski dve celine: prostor festivala i dodatni prostori, prostori festivala u širem smislu, koji sadrže prateće funkcije. Prostor festivala je prostor u kome se odvijaju koncerti i druge prateće aktivnosti. Dodatni prostori pokrivaju prateće funkcije festivala, kao što je kamp, parkirališta, kupovina karata, i druge, koje mogu varirati od festivala do festivala.

Dodatni prostori su, gledajući ceo događaj, takoreći opslužujući prostori, a prostor odvijanja festivala, opslužen prostor.

Tipologija festivalskih struktura.

Mnogi festivali koriste iste ili slične strukture. Mahom se radi o montažno-demontažnim objektima ili strukturama koje se u celini transportuju na različite lokacije.

Tipologija struktura se može podeliti na montažno-demontažne i mobilne strukture.

Građene strukture kao logistika festivala.

Sve građene strukture, ili bolje rečeno montažne strukture, predstavljaju logistiku za održavanje muzičkog festivala. Arhitektura ovde nije spektakularna sama po sebi, retki su slučajevi gde se može reći da je arhitektura ta koja doprinosi bukvalno, svojim oblikom, bojom,

estetikom spektakularnosti festivalu. Arhitektura je gotovo u senci odvijanja svih međuljudskih odnosa i procesa na festivalima.

Svaka fizička manifestacija muzičkog festivala predstavlja logistiku, podržava, odvijanje spektakla. Sem struktura bina, koje se tretiraju kao scene, sve druge strukture na festivalu predstavljaju čiste funkcionalne potrebe. Ipak, to ne znači da se i tim strukturama ne treba baviti i sa estetskog aspekta.

3.1.4. Scenski kriterijumi

Svetlo i zvuk.

U kreiranju scene, gde se odvija spektakl (muzički performans, koncert), kao elementi izražavanja su uključeni zvuk, svetlo i građena struktura koji svi zajedno sudeluju podjednako. Građena struktura predstavlja binski prostor, konstrukciju koja služi kao osnova za postavljanje ozvučenja, rasvete i drugih scenskih elemenata (dekor, platna, kulise isl.). Od sedamdesetih godina prošlog veka, dizajneri svetla izlaze u prvi plan u kreiranju scenskog doživljaja. Iako montažna struktura definiše prostor, ima svoj volumen, oblik, sve ono što se percipira čulom vida, rasveta ima ključnu ulogu jer se rok i pop koncerti mahom odvijaju u večernjim i noćnim terminima. Danas sem rasvete, uočljiva je i ekstenzivna upotreba video efekata koji doprinose konkretno dizajnerima svetla. Kako Erik Holding [3] zaključuje, sve ovo zajedno u izvođenju postaju sive zone i konkretna zaduženja između osoba zaduženih za svetlo, zvuk i građenu strukturu postaju pomešana i ispreplatana.

Vizuelni identitet koji kreira građena struktura.

Da bi festival bio posebno pripremljen prikaz, spektakl koji je vredan posete, veliku ulogu igraju i građene, efemerne strukture, koje na nekim festivalima prevazilaze funkcionalne potrebe i postaju privremena prostorna obeležja ili orijentiri. Pomenuto nije samo pitanje estetike. Festival, muzički nastup, pa i bilo koji drugi javni događaj sličnog karaktera, kao važan aspekt tretiraju vizuelni doživljaj, koji kreira i ne samo građena struktura.

4. STUDIJA SLUČAJA

Studija slučaja podrazumeva analizu pet različitih festivala prema njihovoj lokaciji, zoniranju, veličini i vizuelnom identitetu koji kreiraju. Festivali koji su obrađeni su: Pinkpop (Holandija), Roskild (Danska), Egzit (Srbija), Koačela (SAD) i Siget (Mađarska).

Ovim analizama pri čemu su korišteni navedeni kriterijumi, su doneti konkretni zaključci.

5. ZAKLJUČAK

Festivali se pozicioniraju uglavnom u nešto izolovanijim područjima, van gradskih naselja, čije površine variraju u zavisnosti od želja organizatora i koncepta festivala (da li je isključivo muzički festival u pitanju ili postoje i neki prateći važni sadržaji). Od presudnog značaja je izbor lokacije u smislu njene atraktivnosti i zadovoljavanja prostornih zahteva za odvijanje festivala što direktno znači da mnogi festivali biraju takve lokacije da im duh mesta već u startu pomaže u atraktivnosti i kvalitetu. Od velike važnosti je i zoniranje festivalske površine bilo da

je u pitanju jasno odvajanje prostora za odvijanje koncerata (festival u užem smislu) ili su te granice nejasne. I jedno i drugo je stvar ideje i koncepta festivala. Komunikacije na festivalu, pogotovo pešačke se postavljaju kao važan aspekt za razmatranje kome treba posvetiti veliku pažnju iz bezbedonosnih razloga jer se radi o događajima koji okupljaju veliki broj ljudi, ali isto tako su komunikacije bitne za ljude koji su zaposleni na festivalu. Prateće funkcije na festivalu, sem prostora za koncerte, su neophodne iz razloga što posetioци provode na festivalima duži vremenski period i da bi njihovo interesovanje za festival ostalo na zavidnom nivou svi dodatni sadržaji su neophodni. Spomenuti sadržaji na današnjim festivalima se planiraju i ne samo u svrhu zabave posetilaca, već predstavljaju važne aktivnosti i projekte od društvenog značaja. Ovo proističe iz činjenice da veliki broj ljudi na jednom mestu u nenametljivoj atmosferi mogu lakše prihvatiti nove tendencije u različitim poljima (sociološkim, ekonomskim, ekološkim, itd.). Na svakom festivalu se kao glavni motiv uvek izdvaja glavna bina koja često predstavlja i osnovne razloge posete. Prema tome pažnja u idejnom rešenju vizuelnog identiteta glavne bine je izrazito važna, i tu nalazimo nekoliko različitih načina postizanja određenog estetskog kvaliteta. Međutim najprepoznatljivije festivalske bine su i dalje bine, čija je fizička struktura drugačija od uobičajenih prizmatičnih konstrukcija, koje nude specijalizovane kompanije, bez obzira na sve druge scenske elemente koji mogu doprineti estetskoj vrednosti. Projekti rasvete i ozvučenja mogu se smatrati samo delom arhitektonskog projektovanja muzičkih festivala, ali zauzimaju veoma važno mesto u projektu jer sam razvoj tehnologije koju primenjuju ove dve discipline diktira i oblikovanje kako koncertnih bina tako i celokupnog festivalskog prostora. Komunikacija i saradnja dizajnera zvuka i dizajnera rasvete je od presudne važnosti gde se često odgovornosti i domeni disciplina prepliću.

6. PROJEKTANTSKI RAD

Projekat izmeštanja lokacije "Egzit" festivala na lokaciju Vaserštata (Wasserstadt, nem.) predstavlja konačan zaključak razmatranja teme fizičke manifestacije muzičkih festivala, arhitekture muzičkog spektakla. (Slika1)



Slika 1. Analiza izgrađenih postojećih struktura

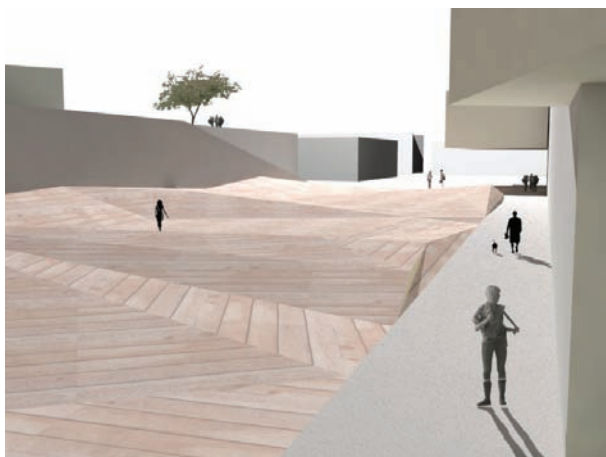
Pre svega jedna od ideja festivala je u samom početku bila revitalizacija Petrovaradinske tvrđave. Ne može se

zanemariti određen uspeh koji je festival u ovom smislu postigao. Na ovaj način tokom godina održavanja festivala, sam festival je dobio svoj identitet zbog same lokacije: nijedan velik evropski festival se ne održava na sličnom mestu. Samo mesto, njegova morfologija, identitet, duh mesta, je postala značajna odlika festivala. Izmeštanje festivala na bilo koju drugu lokaciju u ovom kontekstu bi bilo besmisleno i izgubio bi se ovaj postignut efekat.



Slika 2. Analiza mogućih prostora za formiranje bina

Dalje, bitna odrednica koja ide u prilog ovoj lokaciji je kamp EXIT Festivala koji je u neposrednoj blizini ove predložene lokacije u poslednjih nekoliko godina održavanja festivala. Ovim se smanjuje vreme dolaska na festival iz kampa (čime i sam kamp dobija na kvalitetu u smislu dostupnosti i udaljenosti), poboljšava celokupna prostorna organizacija festivala i obezbeđuje bezbedniji prilaz samom mestu spektakla. Takođe se i prodaja karata koja se trenutno nalazi do same predložene lokacije približava mestu glavnog zbivanja, tako da se generalno smajuju dužine komunikacija u širem kontekstu festivala.



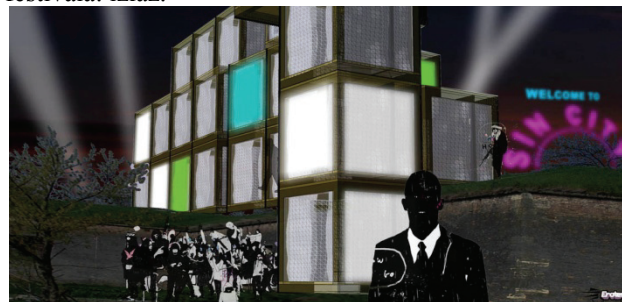
Slika 3. Prikaz pripreme terena za festival

Projekat podrazumeva kreiranje festivalskog dela na prostoru Tvrdave koju trenutno koristi vojska (Slika 2), severna strana i dodatnih sadržaja na delu obližnje plaže (popularno zvane Oficirac). Ovim se dobijaju dve jasne celine koje odvaja pruga i tranzitni put. Spajanje ove dve zone se vrši montažnim mostovima. Prostor između plaže i granica Tvrdave se koristi kao parking.

Sve koncertne bine se formiraju u šančevima između bedema (Slika 3). Broj bina se smanjuje, ali je ideja da se zadrže najposećenije bine kao najkvalitetniji sadržaji i smanje troškovi. Nizom stepeništa se omogućava penjanje na bedeme i praćenje koncerata, ali i formiranje alternativnih komunikacija.

Ovim projektom je moguće uvećati kapacitete dva najglavnija sadržaja Egzit festivala, Glavne bine i Dens arene (Dance Arena).

Projekat sadrži i detaljniji prikaz rešenja Glavne bine sa kreiranim novim vizuelnim identitetom upotrebom klasičnih montažnih sistema bina u drugačijoj postavci (Slika 4). Vizuelni identitet treba da bude jasna poruka festivala: izlaz.

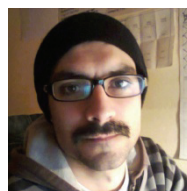


Slika 4. Prikaz ambijenta festivala

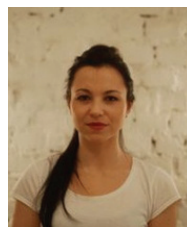
4. LITERATURA

- [1] Žugić, Višnja (2010) "Arhitektonska studija objekta privremenog stanovanja", Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, str. 4
- [2] Holding, Erik (2000) "Mark Fisher – Staged Architecture", London, Wiley Academy, str. 7
- [3] Isto, str. 71

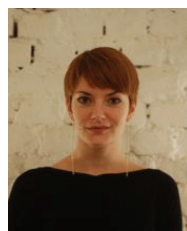
Kratka biografija:



Vladimir Garboš rođen je u Zrenjaninu 1979. godine. Studije arhitekture je upisao 2002. godine na Fakultetu tehničkih nauka. Master rad iz oblasti arhitekture i urbanizma odbranio je u aprilu 2013. godine.



Miljana Zeković (1979) je docent na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka. Bavi se projektovanjem, teorijom, kritikom i edukacijom u oblasti arhitektonskog projektovanja i efemerne arhitekture, sa akcentom na istraživanju graničnih područja arhitekture i umetnosti.



Višnja Žugić (1985) je asistent na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka, u oblasti arhitektonskog projektovanja i efemerne arhitekture. Bavi se istraživanjem odnosa između arhitekture/prostora i tela/pokreta.

REVITALIZACIJA STAROG MLINA U KAĆU – KULTURNI CENTAR REVITALISATION OF AN OLD MILL IN KAĆ – CULTURAL CENTER

Vera Dobanovački, Jelena Atanacković-Jeličić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – *Projekat se bavi kompletnom obnovom i promenom namene objekta „Stari mlin“ u Kaću, koji nakon rekonstrukcije postaje Kulturni centar sa akcentom na međunarodnu saradnju i povezivanje. Pored programske i funkcionalne organizacije, velika pažnja posvećuje se odnosu tradicionalne i savremene arhitekture, uklapanju u postojeće okruženje, kao i, u neku ruku filozofskom pitanju – može li arhitektura sprečiti propadanje sela i malih naselja?*

Abstract – *The project deals with complete restructuring and change of use of an „Old mill“ in Kać, which turns into a Cultural center after its renovation, with an aim to support international collaboration and connections. Aside from the program and functional organization, great amount of attention is assigned to the relation between the traditional and the contemporary architecture, to fitting into the existing surrounding and to the somewhat philosophical question – can architecture prevent villages and small towns from deterioration.*

Ključne reči: *Kultura, Savremeno, Tradicionalno (lokalno), Rekonstrukcija, Industrijsko nasleđe*

1. UVOD

Poštovanje prema istoriji i tradiciji, kao i težnja da se razume duh vremena i način života predaka zastupljeni su kod čoveka od samih početaka razvoja civilizacije. O tome svedoče ne samo brojni zapisi drevnih istoričara i arheološka nalazišta, nego pre svega mnoštvo antičkih objekata i ostataka, koji su zbog neosporne i prepoznatljive estetske vrednosti vekovima brižljivo čuvani i odoleli kako prirodnim, tako i društveno-političkim uzrocima devastacije i propadanja. Kulturno i graditeljsko nasleđe postoji koliko i čovečanstvo i uporedo su se i razvijali, zauzimajući sve važniju ulogu u ljudskoj svesti. Danas je to izuzetno složena disciplina, koja se bavi određivanjem kriterijuma za identifikaciju objekata kao kulturnog dobra i propisivanjem mera i načina njihove zaštite.

Revitalizacija spada u jedan od najefikasnijih i najčešće primenjivanih vidova zaštite i očuvanja kulturnog nasleđa. Kao termin, javlja se tek u periodu posle Drugog svetskog rata, i definiše se kao posebna aktivnost u zaštiti i očuvanju ne samo pojedinačnih objekata iz prošlosti, već i čitavih spomeničnih celina, starih seoskih naselja i istorijskih

gradova. U bukvalnom prevodu, predstavlja “ponovni život” ili „oživljavanje“ objekta, odnosno preduzimanje neophodnih mera za njegovu obnovu i dalje funkcionisanje, čime se obezbeđuju sadržajni, tehnički i finansijski uslovi daljeg održavanja ovih građevina. Proces revitalizacije služi se različitim metodama, od kojih su najzastupljeniji interpolacija, adaptacija i rekonstrukcija, sa ili bez promene originalne funkcije. Ovaj poslednji metod najčešće se primenjuje kod kulturno – istorijskih spomenika čija je prvobitna funkcija izgubljena ili prevaziđena. Ta pojava se u najvećoj meri može uočiti kod starih industrijskih objekata, kao što su vodenice, mlinovi, tradicionalne vetrenjače, zanatlijske manufakturne radionice, magacini i fabrike i dr, koji su razvojem tehnike i tehnologije bili napušteni i prepušteni propadanju. Njihov značaj u celokupnom razvoju graditeljstva i arhitekture je izuzetan, te su kao takvi uvršteni u graditeljsko nasleđe pod zajedničkim nazivom *Industrijsko nasleđe*.

2. INDUSTRIJSKO NASLEĐE

Da bi se neki industrijski objekat ili artefakt kategorisao kao industrijsko nasleđe, potrebno je da poseduje vrednost jer je obeležio neki prostor ili društvo u određenom periodu, bilo u arhitektonskom, društvenom, tehnološkom ili istorijskom smislu. Na osnovu toga se iz ogromnog fonda ostataka odabira ono što treba staviti pod zaštitu države pravnim rešenjem.

Mnoga od starih industrijskih postrojenja i mašina su i dan-danas sačuvana i pomoću njih se može pratiti razvoj nauke i tehnologije. Sve ove vrednosti i potencijali industrijskog nasleđa se u poslednjih nekoliko decenija koriste u urbanoj obnovi, posebno u mestima koja su doživela pad u industriji i ekonomiji i sada traže nove opcije za razvoj.

Praksa ponovne upotrebe i rehabilitacije vrednih industrijskih zgrada u zemlji je retka, a njihovo postojanje se vezuje za različite probleme: ekološke, ekonomske (jer zauzimaju vredne lokacije), društvene i kulturološke (ugroženost nasleđa, zapuštenost ili neadekvatna upotreba).

Preporuka je da, ako bi privukla investicije, područja koja su se nekad oslanjala na industriju, odnosno proizvodnju, moraju ponovo da kreiraju svoj identitet i novu dominantnu funkciju.

Jedan od načina jeste da budu pretvorena u mesta potrošnje odnosno konzumacije, često od strane posetilaca i turista. Kultura i umetnost postaju sve značajniji za obnovu industrijskih područja i jedna od opcija za korišćenje industrijskog nasleđa jeste razvoj kulturnih aktivnosti u njima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jelena Atanacković-Jeličić.

3. KULTURNI CENTRI

U fundamentalnoj promeni prioriteta današnjice, kao ključni uslov za učešće i konkurentnost u globalnim mrežama i tokovima znanja, bogatstva i moći, kultura postaje osnova društva i njegov cilj. Stvaranje, mobilizacija, razmena i širenje kulture i znanja zauzimaju prioritarno mesto u razvojnim politikama naselja kao i u njegovoj fizičkoj strukturi.

Kulturni centar u svom intenzivnom razvoju u poslednjih nekoliko godina postao je simbol industrijalizacije kulture i kulturalizacije društvenog života, ekonomije i urbanizma. Ne samo što je u postmodernom naselju zauzeo mesto industrije – funkcionalno, a često i fizički, u napuštenim industrijskim kompleksima, već je postepeno usvojio i njeno prostorno ponašanje i logiku grupisanja i umrežavanja. U ovoj studiji fokusirala sam se na njihov potencijal na lokalitetu koji su razvoj i transformacija industrijskog nasleđa praktično zaobišli, a umesto njih su se dešavale konstantne ekonomske, političke i društvene krize. Promene koje proizvodi adaptiranje industrijskih objekata u kulturne centre mnogo su dublje nego što se to svakodnevno poima. Prisvajanje ovih prostora – kako od strane turista tako i od strane domaćeg stanovništva, pretvara ulepšanu i glamurizovanu sliku u prostor realnog života.

S obzirom na odličnu lokaciju i mogućnost regionalne, državne i međudržavne saradnje institucija, u Vojvodini je prepoznat turistički potencijal kulturne infrastrukture, tako da su mnoge inicijative u poboljšanju urbane prezentacije podstaknute pre razvojem turizma i ekonomskim interesom, nego potrebom za kulturnim napretkom. U svakom slučaju predstavljaju podsticajan pomak, koji se reflektuje čak i kroz osnivanje kulturnih centara po vojvođanskim selima, i nadu da će, između tvrđava, zankova, salaša, i oni naći svoje mesto u turističkoj ponudi Vojvodine.

4. TRADICIONALNA I KOLONISTIČKA ARHITEKTURA VOJVOĐANSKIH SELA

Sredinom XVIII veka seoska naselja, kao što je Kać, građena su planski, kao „ušorena“ sela sa karakterističnim izduženim parcelama, koje su uslovile pozicioniranje kuća tako da su užom stranom okrenute prema ulici. Ovim načinom gradnje formirala se specifična panonska arhitektura, gotovo isključivo stambenog karaktera. Za ovaj tip kuće, pored prepoznatljivog izduženog oblika i poklapanja regulacione i građevinske linije, karakteristični su i zidovi od naboja, nepečene ili pečene zemlje (čerpića) i krovovi od trske.

Sa dolaskom kolonista, pretežno iz Nemačke, krajem XVIII veka, javljaju se i novi uticaji u arhitekturi vojvođanskih sela. Kuće kolonista, popularno nazvane „švapske kuće“, prvobitno su podsećale na lokalnu panonsku gradnju, zadržavajući pozicioniranje kuće dužom stranom na brazdi i zabatom na ulici, ali su bile naprednije u odnosu na dotadašnje uslove stanovanja. Obavezan element i karakteristično obeležje bio je hodnik, iz koga se ulazilo u sve prostorije u kući. U hodnik vode vrata sa ulice uvučena u zid i odignuta za dva do tri stepenika. Novinu predstavljaju i barokni dekorativni elementi i motivi, koji se pojavljuju na fasadama, a najčešće na zabatima i oko prozora i vrata.

Od polovine XIX veka grade se frontalne švapske kuće, dužom stranom paralelne sa ulicom. Ovaj tip kuće gradili su imućniji stanovnici, koji su ekonomski ojačali baveći se zemljoradnjom. Kod njih se prvi put javljaju „ajnfort“ (ulazne) kapije sa ulične strane, koje su služile za ulaz zaprežnih kola sa teretom.

Ova tri tipa kuća predstavljali su prepoznatljivu, originalnu i autentičnu arhitekturu, kao obeležje lokalnog identiteta vojvođanskih sela sve do sredine XX veka. U tom periodu dolazi postepeno do gašenja i odumiranja tradicionalne arhitekture u selima Vojvodine, umesto koje se sve češće javljaju spratne kuće i slobodna gradnja, bez ikakve povezanosti i međusobnog odnosa, što dovodi do haotičnosti i gubitka duha, jedinstva i uklopljenosti, koje su vojvođanska sela nekada imala. Iako se duh vremena i način života bitno promenio i tradicionalni način gradnje više nema istu funkcionalnu opravdanost, potrebno je naći način da se ova autentična vojvođanska arhitektura sačuva od potpunog izumiranja i zaborava.

5. ISTORIJAT STAROG MLINA

Industrijska gradnja, koja se na našim prostorima počinje aktivnije razvijati tek u periodu krajem XIX i početkom XX veka, nije bila tipična za seoska naselja sve do druge polovine XX veka. Iako, usled oskudnosti i nedostatka pisanih izvora ne postoje tačni podaci o godini izgradnje, kao ni o autoru objekta Starog mlina, utvrđeno je da je nastao krajem XIX ili početkom XX veka, što ovu građevinu čini jednim od najstarijih industrijskih objekata ne samo u Kaću, nego i na širem području, ali naročitu vrednost ima kao redak primer industrijske gradnje u seoskim ambijentima.

Iz tog razloga, objekat se nalazi pod prethodnom zaštitom Zavoda za zaštitu spomenika kulture grada Novog Sada, kao arhitektonski vredan objekat od značaja za zaštitu graditeljskog nasleđa.



Slika 1. *Aktuelno stanje zgrade mlina*

Mlin je građen namenski i pripadao je švapskoj porodici Pihler (Pichler), jednoj od imućnijih i uticajnijih porodica u Kaću, sve do 1944. godine, kada je porodica zajedno sa najvećim delom švapskog stanovništva bila primorana da napusti prostore Vojvodine.

Prevashodno je bio namenjen privatnoj porodičnoj upotrebi, što je uslovilo relativno male dimenzije objekta, ali je bio veoma moderno izgrađen za tadašnje uslove, po svim evropskim tehničkim i estetskim standardima i veoma dobro opremljen.

Nakon završetka Drugog svetskog rata, mlin je postupkom eksproprijacije prešao u društvenu svojinu i do sredine 60-ih godina služio je i dalje svojoj funkciji, da

bi zatim pripao Zemljoradničkoj zadruzi Kać, u čijem je vlasništvu i danas. Od tog perioda njegova originalna funkcija prestaje, a objekat se koristi za smeštaj poljoprivrednih mašina. Usled nedostatka održavanja i prestanka bilo kakve praktične upotrebe, započinje njegovo ubrzano propadanje, koje do danas niko nije pokušao da zaustavi ili spreči.

6. ANALIZA LOKACIJE – KAĆ

Kać je naselje u gradskoj opštini Novi Sad grada Novog Sada u Južnobačkom okrugu AP Vojvodine. Selo danas ima 11612 stanovnika (prema popisu iz 2011. godine) i već godinama unazad beleži konstantan rast, čak i kada je u većini ostalih vojvođanskih naselja zabeležen negativan demografski razvoj. Jedan od glavnih razloga koji ga čini atraktivnim mestom za život jeste to što se nalazi u neposrednoj blizini Novog Sada, prestonice AP Vojvodine, sa kojim je i dobro povezan sa 3 prigradske autobuske linije.

U okviru samog jezgra Kaća, parcela mlina se nalazi u centralnom delu podužne ose naselja, ali briže periferiji po suprotnoj osi. Od seoskog centra, u kome se nalaze Mesna zajednica, osnovna škola i crkva, udaljen je oko 15 minuta hoda, a u neposrednoj blizini nalazi se i autobusko stajalište za linije koje naselje povezuju sa Novim Sadom i susednim selima, te je njegova lokacijska dispozicija u Kaću povoljna za osnivanje javne kulturne institucije.

Već dugi niz godina u naselju postoje tri kulturno – umetnička društva, od kojih nijedno ne raspolaže odgovarajućim prostorima za adekvatno funkcionisanje, kao i brojna kulturna, sportska i udruženja građana, između ostalog karate klub, udruženje naivnih umetnika, udruženje ribolovaca, pikado klub, aktiv žena i mnogi drugi, koji takođe imaju problem sa nedostatkom poslovnog i korisnog prostora. Osnivanje jednog kulturnog centra, koji bi mogao da obezbedi neophodan prostor za funkcionisanje barem nekih od brojnih udruženja i organizacija koje postoje u selu u velikoj meri bi pomogao i njihovom daljem razvoju i privlačenju novih, mladih članova, čime bi se osigurao njihov opstanak u budućnosti

7. PARAMETRI I CILJEVI REVITALIZACIJE

Na samom početku planiranja, a na osnovu prethodnih analiza, definisani su glavni parametri i ciljevi koji su odredili nastalo rešenje revitalizacije. Novonastali kulturni centar trebao bi da:

- odgovara potrebama lokalnog stanovništva;
- podstiče povezivanje, druženje i kulturno – umetničko izražavanje lokalne omladine i stanovništva;
- omogućiti rad na povezivanju lokalnih organizacija i omladine sa inostranim organizacijama istih interesovanja i podsticanju kulturne razmene;
- sačuva uspomenu na nekadašnju multietničnost i multikulturalnost Kaća i Vojvodine;
- služi i kao istorijski muzej naselja;
- očuva originalnu fasadu zaštićenog mlina;
- uklopi novu formu sa postojećim seoskim okruženjem, ali svojim oblikovanjem promoviše savremenu arhitekturu
- doprinese kulturnom razvoju seoskih naselja

8. PROGRAMSKE CELINE

Istorijski muzej Kaća; galerija

U skladu sa simboličnom i istorijskom vrednošću zgrade mlina, ovaj prostor se pretvara u istorijski muzej naselja, koji je smešten u prizemlju, dok se predviđa i otvaranje galerije u potkrovlju, koja bi služila kao izložbeni prostor za privremene i gostujuće postavke domaćih i stranih mladih umetnika. Spoljašnjost objekta se u potpunosti rekonstruiše, dok je unutrašnjost, tj. enterijer uređen po savremenim principima. Pomoćni objekti koji se nastavljaju na zgradu mlina zamenjeni su jednom staklenom formom sa takođe staklenim dvovodnim krovom, koja predstavlja prostor za eksponate od velike važnosti, koji bi na taj način bili sagledivi sa skoro svih delova parcele. Jedan od pomoćnih objekata zamenjen je sličnom staklenom formom, manjih dimenzija i visine, koja služi kao vetrobran na ulazu u muzej.

Restoran

Nekadašnja stambena kuća porodice Pihler pretvara se u restoran, sa stolovima u prizemlju i baštom, smeštenom sa dvorišne strane. Ulaz u restoran, koji je objekat na uglu, je iz ulice Vojina Paleksića, gde se nalazio i originalni ulaz u prvobitno stambeni objekat. Garderobe zaposlelih i kuhinja prilagođena brzopripremi polu-smrznute hrane, smešteni su u suterenu. Obezbeđen je poseban ekonomski ulaz za vozila dostave i za zaposlene.

Administrativni blok

Administrativni blok smešten je na regulacionoj liniji uz sam muzej. Prizemlje je skoro potpuno otvoreno i tu je smešten sektor za komunikaciju i međunarodnu saradnju, čija je uloga da povezuje i posreduje između domaćih i stranih kulturnih udruženja i organizacija i pomaže u osmišljavanju zajedničkih kulturnih programa, poseta, manifestacija i dešavanja. U potkrovlju je smeštena kancelarija upravnika kulturnog centra i kancelarija za menadžere marketinga i računovodstva.

Ulazni objekat

Ulazni objekat je jedina forma smeštena na delu parcele na kom se prethodno nije nalazio nikakav objekat. Malih je dimenzija i pored uloge uvođenja u kompleks, ima i namenu da fizički i funkcionalno poveže dva bloka – administrativni i kancelarijski, čime je ostvaren prostorni kontinuitet celog kompleksa. Unutra je smeštena kućica za portira i informacije ili eventualnu blagajnu. Ostatak prostora je potpuno otvoren i predviđeno je da služi kao prostor za promocije i informisanje.

Kancelarijski blok

Kancelarijski blok ima za cilj da obezbedi neophodan kancelarijski/poslovni prostor za lokalna udruženja, koja su voljna da svoje delatnosti obavljaju u okviru kulturnog centra i u saradnji sa njim. Osmišljen je kao otvoren prostor sa pomerljivim pregradama, koje po potrebi mogu da obezbede vizuelnu izdvojenost/privatnost. Jedan ulaz obezbeđen je direktno iz ulaznog objekta, a na drugom kraju kancelarijskog bloka predviđen je još jedan ulaz, zajednički sa susednim, konferencijskim blokom.

Konferencijski blok

Ovaj prostor nastavlja se direktno na kancelarijski blok, sa kojim deli zajednički ulaz i toalete, a sadrži jednu veću konferencijsku salu, kapaciteta za 22 ljudi, kao i jednu malu salu za sastanke za maksimalno 8 ljudi.

Škola jezika

Škola jezika pod upravom kulturnog centra trebala bi da omogućiti učenje engleskog jezika, kao i jezika nekada veoma zastupljenih nacionalnih manjina, pre svega mađarskog i nemačkog, zainteresovanim lokalnim polaznicima, ali i da održava brze kurseve srpskog jezika, za inostrane posetioce. Škola raspolaže sa 5 učionica različitih dimenzija i kapaciteta, za grupe od maksimum 12 ljudi, a u okviru tog bloka smeštena je i prostorija za profesore i mala prijavnica sa prostorom za čekanje – lounge-om. Ulaz i toaleti zajednički su za školu i za susednu elektronsku biblioteku.

Elektronska biblioteka sa kafe barom

Elektronska biblioteka raspolaže sa 26 kompjutera, koji omogućavaju brz i jednostavan pristup književnom fondu u elektronskoj verziji, kojim raspolaže centar. Prostor se po potrebi može koristiti i za različite informatičke kurseve, kao i za potrebe škole jezika. Sadrži i mali bar, čime se naglašava njen neformalni karakter i poziv na komunikaciju, socijalizaciju i druženje.

Višenamenska sala

Najveći prostor centra, koji zamenjuje nekadašnju halu Zemljoradničke zadruge, nalazi se u dnu parcele i funkcioniše kao samostalna jedinica u okviru kompleksa. Ovaj blok sadrži jednu multifunkcionalnu salu, koja se može koristiti za koncerte kulturno – umetničkih društava, za muzičke koncerte, manje pozorišne predstave, manje sportske događaje (sala odgovara dimenzijama odbojaškog terena), bioskopske projekcije i sl. Raspolaže zasebnim ulazom za gledaoce, sa prostranim holom, i posebnim ulazom za učesnike (ukoliko se radi o koncertu, predstavi ili sportskom događaju), koji vodi u svlačionice, a zatim čistom komunikacijom u salu, koja je ukopana 2,88m u odnosu na teren. Gledalište ima kapacitet za 220 osoba + 2 smeštajna mesta za osobe sa invaliditetom, a na spratu se nalazi pristup galeriji koja raspolaže sa još 84 mesta + 3 za osobe sa invaliditetom. Na spratu se nalazi projekciona kabina, čime se omogućava povremeno korišćenje sale za bioskopske projekcije i još jedna, mala sala, povezana sa svlačionicama u prizemlju, koja se može koristiti za probe kulturno – umetničkih društava i u slične svrhe. Hol sprata raspolaže i jednim bifeom i prostorom za sedenje, a na ovoj etaži nalaze se i kancelarije uprave.



Slika 2. Kulturni centar, ulični front

9. OBLIKOVANJE I MATERIJALIZACIJA

Planirani kompleks kulturnog centra sačinjava grupna forma nekoliko jedinica, koje su oblikovane po principu arhetipskih kućica, uglavnom pravougaonih osnova i

dvovodnog krova, maksimalno svedene u formi, bez ikakvih izbačaja i bez streha (svuda su primenjeni skriveni oluci), sa fino obrađenim ostrim ivicama na spojevima krovnih nagiba, tako da izgledaju kao da su napravljene iz jednog komada. One su međusobno povezane i nastavljaju se jedna na drugu, prateći obod parcele, tako da formiraju prostran unutrašnji dvorišni prostor, koji se takođe koristi za okupljanje, druženje i socijalizaciju. Akcenat se stavlja na objekat mlina, koji se razlikuje od ostalih jedinica materijalijacijom, pozicijom i visinom. Znatno veću visinu ima jedino blok sa višenamenskom salom, ali budući da je on smešten u dnu parcele, njegove dimenzije ne ugrožavaju dominantnost objekta starog mlina, posmatrano sa ulice.

Jednostavnost i maksimalna uprošćenost novoplaniranih formi ističe savremeni pristup njihovom oblikovanju, dok dvovodni krovovi postižu adekvatnu uklopljenost kompleksa u okolinu. Primnjeni su i neki elementi tradicionalne švapske kuće, kao što su kolska kapija (ajnfurt), i hodnik u vidu trema, koji povezuje blokove sa kancelarijskim i konferencijskim prostorom, školu jezika i elektronsku biblioteku. Na fasadama su primnjeni i neki savremeni elementi, kao što su drveni pokretni brisoleji, ili pokretni paneli sa brisolejima, koji obezbeđuju regulaciju osvetljenja u unutrašnjim prostorijama, a na fasadi stvaraju zanimljivu dinamiku.

Materijalizacija novoizgrađenih jedinica razlikuje se od materijalizacije rekonstruisanog objekta Starog mlina, koji se rekonstruiše u svom originalnom materijalu, opeci. Ostatak objekata raden je pretežno u lameliranom drvetu i staklu, jer se vodilo računa i o ekološkom aspektu gradnje, po kome drvo spada u jedne od najvrednijih i najkvalitetnijih materijala.

10. ZAKLJUČAK Neophodnost očuvanja specifičnog identiteta prostora, koji se stvara kroz istoriju i istovremena potreba za konstantnim napretkom i razvojem predstavljaju kompleksan izazov za današnje graditelje. Poslednjih godina svedoci smo sve bržeg propadanja i odumiranja seoskih naselja i neophodno je pronaći način da se život u ovim mestima učini atraktivnijim. Jedan od načina da se to postigne svakako je obogaćivanje njihove kulturne ponude. Revitalizacija Starog mlina predstavlja upravo pokušaj da se od jednog devastiranog spomenika kulture napravi savremen objekat kulture, koji će u saradnji sa prošlošću sela osigurati njegovu budućnost.

11. LITERATURA

- [1] J. Nešković, "Revitalizacija spomenika kulture", Arhitektonski fakultet Beograd, Beograd, 1986.
- [2] M. Đekić, "Narodno graditeljstvo Vojvodine – kuća kao spomenik kulture", Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad, 1994.
- [3] H. Hitchcock, P. Johnson, "The International Style", Građevinska knjiga, Beograd, 2003.

Kratka biografija:



Vera Dobanovački rođena je u Novom Sadu 1990. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam – Arhitektonsko projektovanje odbranila je 2013.god.

NEMAČKI KULTURNI CENTAR GERMAN CULTURAL CENTER

Branislav Milićević, Karl Mičkei, Radivoje Dinulović, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast- ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj: Tema ovog master rada je formiranje Nemačkog kulturnog centra, koji bi trebao biti izgrađen u skladu sa principima održivog razvoja, a čija lokacija je u starom delu grada Novog Sada u blizini značajnog kompleksa Sinagoge, koja je spomenik culture zaštićen zakonom. U skladu sa tim, predmet istraživanja su mogućnosti urbanih transformacija i interpolacija u osetljivim gradskim područjima.

Abstract: Theme of this master thesis is forming the German cultural center, which was supposed to be built in accordance with the principles of sustainable development and whose site is set into the old and very sensitive part of the City of Novi Sad, close to the significant complex of the Synagogue, which is graded as listed monument. Accordingly, subjects of research are possibilities of urban transformation and interpolations of the new structure into such areas.

Ključne reči: Nemački kulturni centar, interpolacija, urbana transformacija, održivi razvoj.

1. UVOD

Istorijski posmatrano, u Evropi su se pod gradovima podrazumevale utvrđene i urbanizovane gradske celine u čijim središtima su se nalazile crkve.

Razvojem društva, očekivanja i funkcije gradova su porasle, pa iako danas postoje različiti kriterijumi za određivanje gradskih naselja-statistički, funkcionalni, društveni, administrativni, istorijski, urbanistički, ekonomski i geografski, podela naselja se najčešće pojednostavljeno vrši isključivo na osnovu statističkih podataka, kao najočiglednijih i najegzaktnijih.

Na sličan način, urbanitet nekog naselja se često pojednostavljeno posmatra na osnovu njegovog arhitektonskog identiteta, pri čemu se često gubi iz vida da su za urbanitet nekog grada od arhitektonskog identiteta njegovih zgrada, verovatno i značajniji događaji i procesi urbanog života koji su generisani iz javne i kulturne misije koje javna zdanja u gradu imaju.

Kulturni centri stoga postaju značajna mesta u gradu, jer deluju kao društveni centri i mesta okupljanja koji svojim programima i delovanjima mogu da zadovolje socijalne, kulturno-umetničke i naučne potrebe njegovih stanovnika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Radivoje Dinulović.

1.1. Cilj projekta i ciljevi istraživanja

Cilj projekta jeste pokušaj da se kroz formiranje kulturnog centra oživi i unapredi devastirano područje u užem centru grada i u neposrednoj blizini spomenika kulture.

Kako su kulturni centri po svojim programima veoma raznorodni i kako se kulturni centri ove namene najčešće nalaze u starim objektima adaptiranim za ovu svrhu, cilj istraživanja su prevashodno načini oživljavanja ovakvih područja to jest urbane transformacije i interpolacije u osetljivim gradskim područjima.

2. URBANE TRANSFORMACIJE I TEMATSKO PLANIRANJE

Urbana transformacija predstavlja fundamentalnu i strukturnu rekonstrukciju gradova, različite razmere, u cilju funkcionalnih, praktičnih i estetskih poboljšanja, pri čemu je bitno je razumeti da se ovde radi o ciljanim i planiranim intervencijama, a ne spontan procesima kao što su neki slučajevi gentrifikacije.

Postoji kompleksnost u okviru koncepta urbane transformacije, u tome što istorija planiranja sažima pitanja urbanog razvoja, urbanih promena i urbane konzervacije.¹

Urbane transformacije karakteriše i raznovrsnost razmere, pod njih mogu spadati podjednako i sitne urbane intervencije, kao i regeneracije čitavih delova grada

Tematsko planiranje je jedna od najavangardnijih savremenih strategija u urbanizmu, nastala kao odgovor na

sve kompleksniji razvoj savremenih naselja, a posvećena je rešavanju specifičnih tema i problema urbanih sredina, zbog

čega je u njihovom planiranju potrebno uvesti nove oblike, koncepcije i principe transformacija gradskih prostora.

Tematsko planiranje ima za cilj da detaljnom analizom kompleksnih urbanističkih i urbanih problema i putem jasno definisanih akcija iznađe rešenje za iste i doprinese ostvarivanju humanih, podsticajnih i skladnih urbanih transformacija.

2.1. Osvrt na urbanistički razvoj gradova Srbije i razlozi za primenu urbanih transformacija u njima

Gradovi Srbije su, gledano kroz istoriju, uvek bili slabije ekonomski i demografski razvijeni od gradova u zapadnoj i srednjoj Evropi. Industrijalizacija i populacioni bum koji su je pratili su stigli relativno kasno, ako su se ikad i

dogodili na način koji je uporediv sa gradovima zapadne i srednje Evrope.

Prvi urbanistički planovi napravljeni su takođe (relativno) kasno, a kada su i donošeni često nisu mogli biti izvođeni usled istorijskih razloga, ratova i promena društvenih uređenja, što je za rezultat imalo posledice i 'ožiljke' koje su i danas često vidljive na licima ovih gradova. Upravo ta mesta nedovršene urbanizacije i prostori sučeljavanja različitih urbanističkih planova su prostori na kojima je urbana transformacija najneophodnija i najpoželjnija, a ona se po pravilu nalaze na najatraktivnijim gradskim lokacijama i sa urbanističkog i sa ekonomskog aspekta.

3. Interpolacija i intervencije u istorijskim jezgrima gradova

Iako je prisutna kroz čitavu istoriju arhitekture, interpolacija je kako jedna od najosetljivijih tema arhitekture, tako i tema koja će sigurno izazvati najveće kontroverze i reakcije u javnosti. Razlog za to se što interpolacija po svojoj prirodi bavi intervencijama u definisanom gradskom prostoru (lat. interpolatio, franc. interpoler = umetnuti, naknadno dodati) i uglavnom predstavlja ugrađivanje zgrade između dve postojeće ili u već izgrađenoj četvrti.

U svojoj knjizi "Sadašnjost baštine", istoričar umetnosti Ivo Maroević razlikuje četiri metoda interpolacija:

- Metoda faksimila se retko primenjuje i graniči s metodama rekonstrukcije jer znači ponavljanje one arhitekture koja je na određenom mestu stajala i pridonosila celovitosti ambijenta.⁸
- Metoda prilagođavanja je najučestalija. Ona je pokušaj što manjeg naglašavanja nove arhitekture u zatečenom prostoru
- Metoda naglašavanja se u osnovi nastavlja na metodu prilagođavanja, a temelji se na isticanju pojedinih elemenata nove arhitekture u odnosu prema zatečenoj
- Najosetljivija je metoda kontrasta, odnosno težnja za suprotnim. Zbog delikatnosti ta je metoda isključivo "rezervisana" za najbolje arhitekture

Nezavisno od odabrane metode, karakter interpolacija se može ispitivati na osnovu brojnih aspekata- od programsko-sadržajnih, fizičko-topoloških i urbanih, ambijentalno-vizuelnih karakteristika do elemenata i detalja objekata, a kako je za temu projekta najzanimljivija metoda prilagođavanja, upravo njoj će biti podređen najveći deo istraživanja.

4. TEMA RADA

4.1. Definisanje pojma kulturnog centra

Generalno govoreći, kulturni centri predstavljaju organizacije koje kroz razne aktivnosti svojim delovanjem i programima promovišu kulturu i umetnost. U slučajevima kada su aktivnosti kulturnog centra usmerene ka promovisanju neke zemlje, u konkretnom slučaju Nemačke, onda oni predstavljaju neku vrstu "kulturne ambasade" koja ima za cilj intenziviranje kulturne saradnje i programa povezivanja zemalja, negovanje međunarodnih i međukulturnih kontakata, kao i

predstavljanje i promovisanje njene kulture, jezika, umetničkih, naučnih i drugih dostignuća.

4.2. Program i ciljevi nemačkog kulturnog centra

Program projektovanog kulturnog centra je zasnovan na programima i zahtevima Goethe instituta i udruženja Nemaca "Donau" iz Novog Sada, što su organizacije čije bi aktivnosti bile objedinjene u okviru planiranog objekta, imajući u vidu sličnosti (i razlike) u ciljevima i delovanjima.

Prema navodima koji su preuzati sa sajta Goethe instituta iz Beograda², naročitu pažnju Institut posvećuje sledećim aktivnostima:

- kulturni programi iz oblasti arhitekture i urbanizma, likovne umetnosti, filma, muzike, plesa i pozorišta, književnosti, podrške prevodilačkom radu i nauke..
- informisanje i biblioteka ponuda: kursevi jezika i odgovarajući
- kooperacija u nastavi nemačkog jezika.

Dodatno, u Udruženju Nemaca "Donau" su izrazili želju za postojanjem prostora kome bi mogli da se odvijaju i prezentuju aktivnosti kojima se njihovo udruženje bavi, poput folklor, hora, Matinea nemačke poezije i ostalih, a koje bi zadovoljilo postojanje sale u kojoj bi se moglo smestiti 100-150 sedišta, jedne manje sale sa 30-40 sedišta, kao i potrebu za postojanjem minimum jedne kancelarije.

4.3. Razlozi za opravdanost postojanja nemačkog kulturnog centra u Novom Sadu

Raznovrsnošću ponude, postojeći kulturni centri su dokazali da u gradu svakako postoji zainteresovanost za ovu vrstu programa. Sem toga, prema podacima udruženja "Donau" u gradu postoji oko 1200 ljudi čiji je barem jedan blizak srodnik poreklom Nemač, od kojih su njih 350 aktivni članovi ovog udruženja (Nemci su dugo vremena bili drugi narod po brojnosti u gradu). Dodatno, usled privredne i kulturne snage Nemačke, kao i činjenice da je Nemačka već decenijama jedan od najznačajnijih spoljnotrgovinskih partnera Srbije, postoji konstantna zainteresovanost za učenje nemačkog jezika, a usled istorijskih okolnosti postojala je i viševjekovna veza grada sa zemljama nemačkog kulturnog i govornog područja.

4.4. Lokacija

Za lokaciju, izabrana je Jevrejska ulica, tačnije parcela koja se nalazi na uglu Jevrejske i Šafarikove ulice, koja se nalazi tačno naspram kompleksa Sinagoge, a na kojoj se trenutno nalazi prizemni objekat iz XIX veka koji je po urbanističkim planovima namenjen rušenju.

4.5. Urbanistički i prostorni koncept

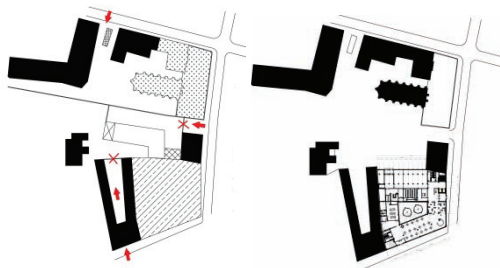
Za normalno funkcionisanje, javni objekti zahtevaju i javne prostore. Razlozi za to su višestruki- javni prostori omogućavaju socijalne kontakte, omogućuju prostor za 'vibriranje' ljudi i održavanje brojnih aktivnosti, programa, manifestacija i događaja, kao i vizure na sam javni objekat.

Upravo iz tog razloga je zahvalna odabrana lokacija koja se se nalazi u centru grada i oivičena je ulicama:

Jevrejskom, Šafarikovom i Pap Pavla. Trenutno se na postojećoj lokaciji nalaze razni objekti privremenog karaktera, čije je uklanjanje planirano prema detaljnom urbanističkom planu radi formiranja parkinga.

Međutim, uz uklanjanje tih objekata i dva postojeća zida moguće je formiranje novog trga na centralnoj gradskoj lokaciji (preko puta Sinagoge), koji bi služio kao komunikacija između spomenutih ulica, kao i za potrebe objekata na njemu (postojeće Reformatorske crkve i planiranog Kulturnog centra).

Na taj način bi dva javna objekta dobila preko potreban javni prostor.



Slike 1 i 2: Postojeće stanje lokacije(levo) i prostor budućeg trga sa prizemljem objekta(desno)

Funkcije objekta su razdvojene po nivoima:

- u podrumskoj etaži je smešten tehnički blok-vodomer, hidrocel, toplotnu podstanicu, klima komoru, strujnu podstanicu, agregat, parking.
- Prizemlje objekta ima izrazito javnu namenu- tu su smešteni multifunkcionalna sala (sala za izložbe i druge manifestacije, koja je okrenuta ka novoformiranom trgu i može da funkcioniše nezavisno od ostatka objekta), manja sala za predavanja i filmske projekcije, prostor za druženje

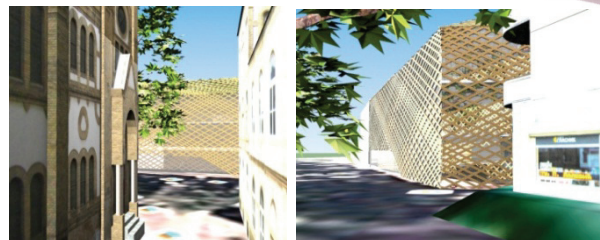
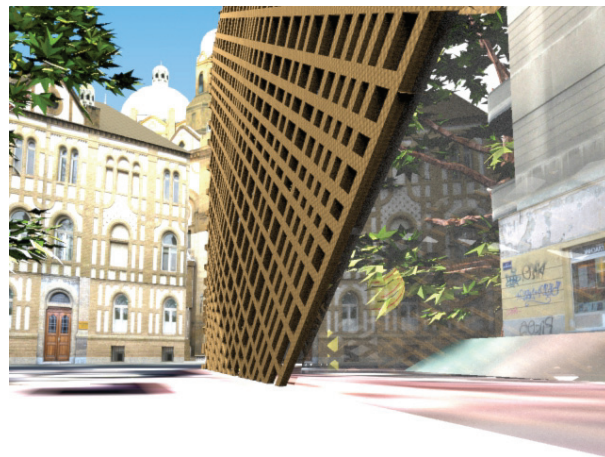
i konverzaciju na nemačkom, kao i čitanje . magazina, kao i snack bar/ poslastičarnica.

- Prvi sprat je polujavan i sadrži biblioteku sa čitaonicom, kabinete za učenje jezika, kao i cabinet za polaganje TOEFL-a
- Na drugom spratu je smeštena administracija

Objekat je interpoliran i sa obe strane flankiran sa dva novoizgrađena stambeno poslovna objekta visine P+3+pot, te ima spratnu visinu od 4,50 m kako bi ispratio visinsku regulaciju Jevrejske ulice

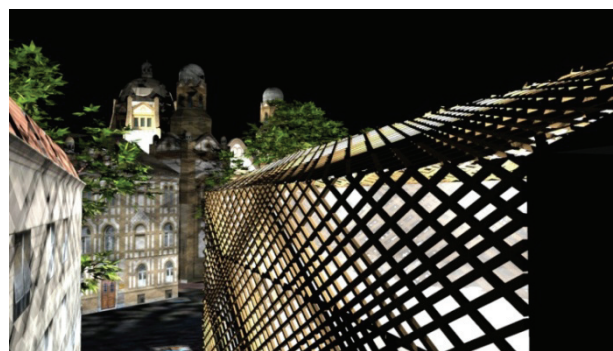
4.6. Arhitektonski koncept i materijalizacija

Arhitektonski i oblikovni koncept objekta se zasniva na dva osnovna problema na koja je trebalo odgovoriti- interpolaciju u osetljivom gradskom području i samom programu objekta koji ima dvojaku ulogu- kako prezentovanje kulture zemlje koju predstavlja, tako i na povezivanju zemlje koju predstavlja i zemlje domaćina. Stoga je odlučeno da se u objektu sažimaju elementi kojima će biti predstavljene obe zemlje, pri čemu će se pažljivom interpolacijom u lokalne uslove, kao i poštovanjem i reinterpretacijom lokalne tradicije, biti predstavljena zemlja domaćin.



Slike 3, 4 i 5: 3D prikazi objekta

Upravo se reinterpretacijom lokalnog motiva došlo do ideje za fasadu, koja bi bila formirana od jednostavnih modula, napravljenih od gline i tretirane po istom postupku po kom se dolazi i do opeke, te bi krajnji rezultat u smislu boje i tekture materijala bio nepromenjen, a uz pomoć potkonstrukcije mogućnosti slaganja bi bile neograničene. Na taj način bi se došlo do objekta koji bi bio u isto vreme transparentan i otvoren ka korisnicima i na savremen način bi predstavljao reinterpretaciju linijskih dekorativnih motiva sa fasade kompleksa sinagoge. Noću, transparentni, prozračni objekat bi isijavao svetlo i izgledao kao negativ spolja osvetljenog masivnog zatvorenog kompleksa sinagoge.



Slika 6: Noćni 3D prikaz objekta

Iako su još skupi, materijali kao što su samočisteće staklo i izolaciona stakla za zaštitu od sunca su dugoročno isplativa investicija jer prave znatne uštede za klimatizaciju i održavanje objekta.

Kako je izgrađen na prostoru devetnaestovekovnog, jednoporodičnog stambenog objekta, a visinskom regulacijom prati susedne objekte, tako da u svojoj planimetriji, gabaritima i silueti u potpunosti prati kako novosagrađene, tako i istorijske objekte u svojoj neposrednoj okolini.

4.7. Konstrukcija

Konstrukcija objekta je u većem delu armirano-betonska skeletna sa pločama oslonjenim na gredama, osim u multifunkcionalnoj sali u kojoj je noseći sistem izrađen od čelika. Za vertikalnu komunikaciju su predviđena armirano betonska stepeništa i liftovi. Objekat je fundiran na temeljnoj ploči u delu u kome postoji podrumska etaža, a u ostatku objekta na temeljima.

Iznad nižeg dela objekta (P+1), izveden je prohodni ravan krov sa niskim autohtonim rastinjem, koje je naviklo na lokalnu klimu te ne zahteva puno održavanja i ne vidi se sa nivoa ulice. Na ostatku objekta (spratnosti P+2), nagib krovova prati susedne objekte. Oluci su skriveni, nalaze se u uz stubove u okviru dvostruke ventilisane fasade i odvođe vodu u podzemna skladišta sa sekundarnu upotrebu.

4.8. Instalacije i protivpožarna zaštita

Kako je već spomenuto, čitav tehnički blok objekta je smešten u evakuacioni izlaz i pritom je zaštićena specijalnim premazima koji produžavaju otpornost konstrukcije na požar i uz ostale delove objekta u kome se čuvaju vredni, kao i lako zapaljivi artefakti (depoe, biblioteku i arhivu) je zaštićena halonskim sistemom gašenja, koje karakteriše velika efikasnost uz veoma kratko vreme gašenja. Na ostatku objekta se protiv požara koriste sprinleri, koji osim vodovodne mreže koriste i vodu koja se skrivenim olucima skladišti.

5. ENERGETSKA EFIKASNOST

U objektu su primenjeni sledeći principi energetske efikasnosti:

- zeleni krov
- dvostruko ventilisana fasada
- LED osvetljenje
- skupljanje kišnice
- geotermalna energija.

6. ZAKLJUČAK

Nažalost, savremena arhitektonsko-urbanistička praksa sa nedovoljno senzibiliteta pristupa postojećim i nasleđenim objektima, četvrtima i problemima gradova u Srbiji.

Rezultat takve prakse su brojni objekti, kao i čitavi delovi gradova bez identiteta. Cilj ovog projekta je bio pokušaj da se kroz oblikovanje Nemačkog kulturnog centra formira ne samo objekat, nego ispoštuju, iskoriste i unaprede svi potencijali postojeće lokacije i revitalizuje deo najužeg gradskog centra, a sve to ponudom novog sadržaja, formiranjem novih urbanih prostora i poštovanjem nasleđa i spomenika kulture.

Literatura- web linkovi:

- [1] ITU A/Z VOL: 8NO: 1, 10-242011-1
“Conceptual challenges on urban transformation”
Nuran ZEREN GÜLERSOY i Ebru GÜRLER
[2] <http://www.goethe.de/ins/cs/bel/srindex.htm>

Kratka biografija:



Branislav Milićević (1985), rođen je u Novom Sadu. Diplomski-master rad na Fakultetutehničkih nauka iz oblasti Arhitektura odbranio je 2013.god.



Karl Mičkei (1978) diplomirao je na Univerzitetu u Novom Sadu, na Fakultetu tehničkih nauka 2005. godine. Zaposlen je kao asistent na predmetima Arhitektonsko projektovanje 1 i 2 i Arhitektonsko projektovanje kompleksnih programa.



Radivoje Dinulović (1957), redovni je profesor na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Bavi se projektovanjem, istorijom, teorijom i kritikom arhitektonskog i scenskog prostora.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2012. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Lađinović	Milan simeunović	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Sonja Ristić
Bojan Batinić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Kolaković
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milica Miličić	Srđan Popov
Bojan Tepavčević	Goran Sladić	Milinko Vasić	Srđan Vukmirović
Bojana Beronja	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Staniša Dautović
Branislav atlagić	Gordana	Miloš Živanov	Stevan Milisavljević
Branislav Nerandžić	Milosavljević	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Veselinov	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Strahil Gušavac
Branislava Kostić	igor Budak	Miodrag Zuković	Svetlana Nikoličić
Branislava	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Novaković	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branka nakomčić	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Branko Škorić	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Damir Đaković	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mitar Jocanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan Jovanović	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan kukolj	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlastimir
Dragana	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Konstantinović	katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragana šarac	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
dragi Radomirović	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragiša Vilotić	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
Duško Bekut	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	