



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXVII

Број: 10/2012

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXVII Свеска: 10

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

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

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

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

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

Председник Савета: проф. др Радомир Фолић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је десета 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 01.07.2012. до 31.07.2012. год., а који се промовишу 21.09.2012. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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

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

У овој свесци, са редним бројем 10, објављени су радови из области машинства, електротехнике и рачунарства и грађевинарства и саобраћаја.

У свесци са редним бројем 11. објављени су радови из области графичког инжењерства и дизајна, инжењерског менаџмента, инжењерства заштите животне средине, мехатронике и геодезије и геоматике.

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 rame-уз-rame 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. Nenad Čađan
PROBLEMATIKA MONTAŽE I POSTUPCI ANALIZE NOSEĆIH KONSTRUKCIJA
MONTAŽNIH OBJEKATA 1937
2. Dejan Krsmanović,
REVITALIZACIJA PROIZVODNOG SISTEMA ŠTAMPARIJE 1941
3. Mladen Vidaković, Milosav Georgijević,
OBRADA POBOLJŠANOG ZAPREMINSKOG I UPOREDNOG BEAM MODELA
ZAVRTNJA SIMULACIJAMA 1945
4. Jovica Berić, Damir Kakaš,
ISPITIVANJE FUNKCIONALNOSTI NOVOG REŠENJA UREĐAJA ZA KONTROLU DEBLJINE
PREVLAKA 1949

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Siniša Satarić, Vladimir Katić,
INFRASTRUKTURA ZA NAPAJANJE ELEKTRO-AUTOMOBILA 1954
2. Miloš Mokić,
UŠTEDA ENERGIJE KLIMA KOMORA PRIMENOM REKUPERATORA TOPLOTE 1958
3. Dragoslav Stojadinović,
SIMULACIJA AKUSTIČKIH OSOBINA PROSTORIJE 1962
4. Vladimir Krstić,
PRIMJENA TELEKOMUNIKACIONIH MREŽA U PODZEMNOM OKRUŽENJU
SA POSEBNIM OSVRTOM NA RUDNIKE 1966
5. Saša Mudri, Tomislav Maruna, Nikola Smiljković, Ilija Bašičević, Mario Radonjić,
JEDNO REŠENJE PROGRAMSKE PODRŠKE RUKOVAOČA APLIKACIJAMA ZA LIČNI VIDEO
REKORDER U DIGITALNOJ TELEVIZIJI; konferencija ETRAN, Banja Vrućca, juni 2011. 1970
6. Dalibor Mijatović,
ANALIZA UTICAJA SOLARNIH GENERATORA NA STRUJE KRATKIH SPOJEVA U
NISKONAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI 1974
7. Danilo Korać,
AUTOMATSKA EKSTRAKCIJA TERENA I IZRADA KARTOGRAFSKOG MATERIJALA NA
OSNOVU FOTOGAMETRIJSKOG SNIMANJA 1978
8. Sergej Furtula, Vladimir Katić,
PREGLED MATERIJALA I TEHNOLOGIJA IZRADE FOTONAPONSKIH ČELIJA I PANELA 1982
9. Slavko Pantoš, Željko Trpovski,
DSL TEHNOLOGIJE 1986
10. Zoran Tovarloža,
SERVISNO ORIJENTISANA ARHITEKTURA 1990
11. Miloš Bošnjak,
PRENOS GOVORNOG SIGNALA PREKO INTERNET PROTOKOLA 1994
12. Marko Vujić,
ANALIZA TEHNIKA REPLIKACIJE BAZA PODATAKA 1998
13. Branko Todorić,
PRIMENA SPECIJALIZOVANIH BAZA PODATAKA U OBLASTI UPRAVLJANJA
DOKUMENTIMA 2002

14.	Miloš Tankosić, RAZVOJ SOFTVERA ZA REGULACIJU TEMPERATURE I RASVETE U OKVIRU KUĆNE AUTOMATIZACIJE KORIŠĆENJEM OPREME PROIZVOĐAČA HDL	2006
15.	Srećko Kozić, OPTIMIZACIJA OTVORENOSTI ŽALUZINA KOD KLIMA KOMORA PRIMENOM FUZZY LOGIKE	2010
16.	Bane Popadić, Vladimir Katić, Boris Dumnić, Dragan Milićević, IMPLEMENTACIJA PWM TEHNIKA ZA UPRAVLJANJE ASINHRONOM MAŠINOM U GENERATORSKOM REŽIMU	2014
17.	Đorđe Kovačević, Mladen Stanojević, Vladimir Marinković, Miroslav Popović, JEDNO REŠENJE AUTOMATSKE PARALELIZACIJE SEKVENCIJALNOG ASEMBLERSKOG KODA ZA MIPS PROCESOR SA VIŠE JEZGARA, konferencija ETRAN, Banja Vrućca, juni 2011.	2018
18.	Bojan Ristić, DISTRIBUIRANI SISTEM ZA KONTINUIRANU INTEGRACIJU SOFTVERA	2022
19.	Živan Nešković, REFAKTORIZACIJA APLIKACIONIH SERVISA DMS SOFTVERA RADI UNIFORMNOG RUKOVANJA PARALELNIM AKTIVNOSTIMA	2026
20.	Daniel Kesler, DIZAJN I VERIFIKACIJA DINAMIČKI REKONFIGURABILNE PROGRAMABILNE ARHITEKTURE	2030
21.	Bojan Ilić, STATISTIČKA OBRADA MERNIH PODATAKA U LABVIEW PROGRAMU	2034
22.	Robert Mak, Edvin Pakoci, USE OF GLOBAL VARIANCE FOR THE ENHANCEMENT OF HMM-BASED SPEECH SYNTHESIS IN SERBIAN, konferencija ETRAN, Zlatibor, jun 2012.	2038
23.	Sonja Vojnović, Srđan Drča, Dako Banika, Vukota Peković, Vladimir Marinković, VERIFIKACIJA FUNKCIONALNOSTI KONTROLE PRISTUPA KERNELA U STB PREKO POP- UP DETEKCIJE, konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2011.	2042
24.	Dejan Bogdanović, SAVREMENI STANDARDI U OBLASTI KABLOVSKE DISTRIBUCIJE TV I INTERNET SIGNALA ..	2046
25.	Srđan Čalakić, REGULATORNI ASPEKT FTTH MREŽA	2050
26.	Jelenko Čupeljić, REALIZACIJA FFT ALGORITMA U LABVIEW PROGRAMU	2054
27.	Ljubomir Paskali, RAZVOJ BEZBEDNIH WEB-SERVISA – PRIMER PRIMENE SPRING MVC RADNOG OKVIRA I SPRING SECURITY OKRUŽENJA	2058
28.	Edvin Pakoci, Robert Mak, HMM-BASED SPEECH SYNTHESIS FOR THE SERBIAN LANGUAGE	2062
29.	Boris Mlikota, Tomislav Maruna, Željko Lukač, Mario Radonić, Branislav Veriš, Tatjana Samardžić, REALIZACIJA JAVA-SCRIPT DODATAKA ZAHTEVANIH HBBTV STANDARDOM, konferencija ETRAN, Banja Vrućca, juni 2011.	2066
30.	Damjan Kuburović, Vladimir Marinković, Živko Radonjić, Branislav Zuković, Zoran Marčeta, SISTEM ZA ISTOVREMENU VERIFIKACIJU FUNKCIONALNOSTI VIŠE DIGITALNIH PRIJEMNIKA, konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2011.	2070
31.	Ivan Považan, Miroslav Popović, MERENJE KVALITATIVNIH KARAKTERISTIKA ASEMBLERSKOG KODA NA NAMENSKIM PLATFORMAMA, konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2011.	2074
32.	Tatjana Đokić, PARALELNI REŠAVAČ SAT PROBLEMA BAZIRAN NA GALOA SISTEMU	2078

33. Nebojša Božanić, T. Loncar Turukalo, L. Negyessy, E. Procyk, D. Bajic,
 REMOVAL OF ACTION POTENTIAL INFLUENCE ON LOCAL FIELD POTENTIALS USING
 EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION, konferencija Work-shop on Biosignal
 Interpretation, Milano, juni 2012. 2083

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Vladimir Jović,
 PROJEKAT KONSTRUKCIJE ARMIRANOBETONSKE ZAPADNE TRIBINE
 GRADSKOG STADIONA U UŽICU 2087
2. Tadija Teofanović, Jasmina Dražić,
 PLANIRANJE IZGRADNJE MONTAŽNE HALE BAZIRANO NA OPTIMIZACIJI
 KROVNIH NOSAČA 2091
3. Konstantin Spajić, Jasmina Dražić,
 ANALIZA UTROŠKA OSNOVNIH MATERIJALA ZA IZGRADNJU HALE I PLANIRANJE
 DINAMIKE GRAĐENJA 2095
4. Nikica Ninković,
 PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE
 STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU 2099
5. Snežana Radovanović,
 PROJEKAT SANACIJE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNOG STAMBENO –
 POSLOVNOG OBJEKTA U NOVOM SADU NAKON DOGRADNJE 2103
6. Suad Selmani,
 UPOREĐENJE PRORAČUNA PLOČA U ODNOSU NA PROBIJANJE PREMA STADARDIMA
 PBAB I EC2 2107
7. Dalibor Vojinović,
 ORGANIZACIJA BAZE PODATAKA O OŠTEĆENJU OBJEKATA USLED ZEMLJOTRESA U
 KRALJEVU 2111
8. Дражен Цвјетковић,
 ПРОЦЕНА СТАЊА, ДОГРАДЊА И САНАЦИЈА ПОСЛОВНО - СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ У
 РУМИ 2115
9. Đorđe Jovanović,
 TEORIJA LANČANICA SA PRIMEROM INSTALACIONOG VISEĆEG MOSTA RASPONA 44
 METRA 2119

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Maja Vidić, Svetozar Kostić,
 ANALIZA POUZDANOSTI PROCENE BRZINE VOZILA I RASTOJANJA OD STRANE
 SVEDOKA U SUDSKOM POSTUPKU 2123
2. Saňa Vrdoljak,
 ПОЛИЦИЈСКЕ ПРОЦЕДУРЕ У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА 2127
3. Siniša Adžić,
 ANALIZA PROIZVODNO – EKONOMSKIH REZULTATA POSLOVANJA PREDUZEĆA
 „DRVOŠPED“ D.O.O. SA PREDLOGOM MERA ZA POBOLJŠANJE POSLOVANJA 2131
4. Dejan Agić,
 KOMPARATIVNA ANALIZA SAOBRAĆAJNIH PROPISA I NJIHOVE PRIMENE
 U ZEMLJAMA EVROPSKE UNIJE 2135
5. Ilija Tica,
 SISTEM ZA AUTOMATSKO MERENJE KVALITETA POŠTANSKIH USLUGA I KORIŠĆENJE
 ISTOG ZA UPRAVLJAČKU FUNKCIJU U REALNOM VREMENU 2139
6. Grujica Mladenović, Željko Trpovski,
 HDTV PRIJEMNICI 2143
7. Драган Николић,
 САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ СА УЧЕШЋЕМ ПОЛИЦИЈСКИХ СЛУЖБЕНИКА У
 КАЛИФОРНИЈИ 2147

8.	Boris Popratnjak, Momčilo Kujačić, VAN TERITORIJALNA RAZMENA POŠILJAKA I MEĐUNARODNI POŠTANSKI CENTRI	2151
9.	Nikola Stojanović, Vladimir Škiljaica, SAOBRAĆAJNO-TEHNOLOŠKA ANALIZA TRANSPORTA BENZINA IZMEĐU RAFINERIJE „PANČEVO“ I LUKE „RENI“	2155
10.	Dragana Kovačević, Željko Trpovski, DOVOĐENJE OPTIČKE INFRASTRUKTURE DO KRAJNJIH KORISNIKA	2159
11.	Vladimir Olejar, OBLIKOVANJE LOGISTIČKIH PROCESA U LANCU SNABDEVANJA KOMPANIJE "MARBO" PRIMENOM MRP KONCEPTA	2162
12.	Deni Krevešić, KARAKTERISTIKE PREVOZA PUTNIKA I MOGUĆNOST POVEĆANJA SAOBRAĆAJNE PRISTUPAČNOSTI NA KORIDORU TEMERIN-NOVI SAD	2166

**PROBLEMATIKA MONTAŽE I POSTUPCI ANALIZE NOSEĆIH KONSTRUKCIJA
MONTAŽNIH OBJEKATA****PROBLEMS OF ASSEMBLING AND PROCEDURES OF ANALYSIS OF
PREFABRICATED SUPPORTING STRUCTURES**Nenad Čađan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazana primena savremenih alata automatizovanog projektovanja na primerima analize delova konstrukcije i montaže industrijskih hala. Analizirani su unutrašnji i spoljašnji ram hale, iz perspektive dozvoljenog napona, u fazi montaže prilikom odizanja sa tla. Čvorni element hale, koji služi kao sastavni element između rožnjače i rama, analiziran je numerički metodom konačnih elemenata.

Abstract –The paper describes the use of modern automated design tools on the examples of analysis construction and assembly of parts of prefabricated industrial halls. An internal and external frame of the hall was analyzed from the perspective of the allowable stress, during the installation of the frame, when pulled up from the ground. Connecting element of the cornea and the frame is analyzed numerically using the finite elements method.

Ključne reči: Hala, ram hale, čvorni element, konačni elementi

1. UVOD

Savremeni način gradnje industrijskih objekata u svetu doveo je do razrade i usvajanja različitih sistema i tipova montažno-demontažnih objekata. Montažno- demontažni objekti se izrađuju sa značajno većom čvrstoćom nego što je to slučaj kod klasičnih vidova konstrukcija, lako se mogu dograđivati, imaju povećanu otpornost na koroziju i atmosferske uticaje. Posebna pogodnost je to da je objekat moguće kompletno demontirati i ponovo montirati na drugoj lokaciji bez ikakvog oštećenja. Cilj projektovanja montažno demontažnog objekta je da ispuni sve zahteve tržišta ali i da ima konkurentnu cenu u odnosu na druge načine gradnje. Pri projektovanju i konstruisanju u tom cilju koriste se savremeni alati automatizovanog projektovanja. Klasične metode proračuna bile su sa skromnim mogućnostima, do pojave računara i razvoja softverskih paketa. Primenom računara potpunije se opisuje geometrija, konturni uslovi i drugi spoljašnji uticaji [1].

Kada su industrijske hale u pitanju prvi izbor bi trebalo da budu montažno-demontažni sistemi.

Materijal za izradu noseće konstrukcije montažno-demontažne hale je čelik dok se za oblaganje koriste sendvič paneli. Ekonomičnost primene čelika u metalnim

konstrukcijama proizilazi upravo iz mogućnosti korišćenja, oblikovanja i prerade gotovih osnovnih konstrukcijskih elemenata koji se dele na sledeće grupe: trake (lamele), puni profil, limovi, profilni nosači, složeni profili i hladno oblikovani profili.

Hladno oblikovani profili se izrađuju kao Σ , Z i C profili. Zbog velike čvrstoće i male težine hladno oblikovani profili omogućavaju izradu noseće konstrukcije male težine i povećane krutosti [2].

Konstrukcije od sendvič panela proizvode se od kvalitetnih i trajnih materijala, ugrađuju se brzo, dugog su životnog veka uz jednostavno održavanje, pa su izuzetno ekonomski opravdane. Svojstva sendvič panela proizilaze iz načina spajanja pojedinih sastavnih elemenata u kompozitni panel.

**2. POSTUPAK MONTAŽE MONTAŽNE
INDUSTRIJSKE HALE**

Prema [2] razlikuju se dva načina montaže industrijskih hala i to: tzv. "Uradi sam" i Prefabrikovana modularna gradnja.

U Prvoj metodi na principu "uradi sam", investitor želi sam da montira objekat. Ovakav način bi imao smisla za manje objekte (garaže, manje radionice itd.) uz angažovanje više radnika. Svi elementi se dopremaju na lokaciju predviđenu za montažu i tu se vrši njihovo spajanje.

Druga metoda bi bila na principu "ključ u ruke", gde proizvođač vrši i montažu ili angažuje kompaniju specijalizovanu za tu delatnost. Ovaj način gradnje predstavlja sistem, gde se maksimalno iskorišćava mogućnost spajanja elemenata u proizvodnom pogonu.

2.1. Faze montaže hale raspona 14m i visine 4,5m po metodi „uradi sam“

U prvoj fazi na podnu ploču objekta ugrađuju se anker ploče koje služe za povezivanje sa armaturom temelja, a preko zavrtnjeva sa stopama stubova hale.



Slika 2.1. Anker ploča sa zavrtnjevima

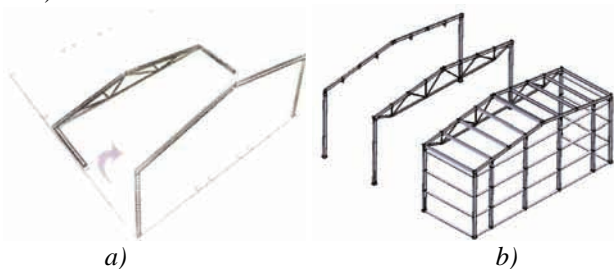
Anker ploče su kvadratnog oblika, njihove dimenzije su kao i površina stope koja se na njih oslanja (sl. 2.1).

NAPOMENA:

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

Druga faza je montiranje unutrašnjih i spoljašnjih ramova na podu objekta.

Nakon montaže kalkanskog rama i prvog unutrašnjeg rama u trećoj fazi vrši se njihovo podizanje, tj. dovođenje u vertikalni položaj i povezivanje stubova sa stopama (sl. 2.2a).



Slika 2.2. Podizanje rama i postavljanje nosača obloga

Faze 4, 5, 6 i 7 služe za povezivanje uspravljenih ramova rožnjačama (profili Σ 250x65x2), postavljanje vertikalnih nosača obloga, postavljanje frontalnih nosača obloga i postavljanje bočnih nosača obloga.

Faza 8. predstavlja ponavljanje 2 i 3 faze, 9, 10 i 11 predstavljaju ponavljanje 5, 6 i 7 faze. Nakon 11 faza hala ima oblik kao na sl. 2.3.



Slika 2.3. Postavljanje preostalih rožnjača, bočnih i frontalnih nosača obloga

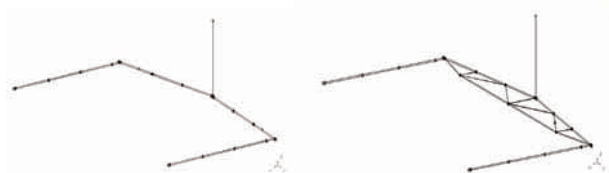
U 12-oj fazi vrši se postavljanje zatega.



Slika 2.4. Postavljanje zatega[4]

3. ANALIZA PROBLEMATIKE ODIZANJA RAMA HALE OD PODLOGE

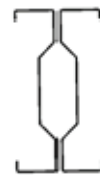
Konstrukcija mora da odgovori na sve uticaje, različita dejstva, tako da se ne ugrozi nosivost, stabilnost i izdržljivost u toku čitavog radnog veka. Zadatak je da se predvidi opterećenje elemenata hale prilikom njenog montiranja, tj. opterećenje ramova hale, prethodno montiranih na tlu, prilikom njihovog odizanja od tla i postavljanja u vertikalni položaj. Modeliranje rama hale se vrši u programu *KRASTA* kreiranjem čvorova i štapova. Pristupa se modeliranju kalkanskog i središnjeg rama hale u horizontalnoj ravni na osnovu predhodno razmatranog načina montaže (sl. 3.1).



Slika 3.1. proračunski modeli spoljašnjeg i Središnjeg rama

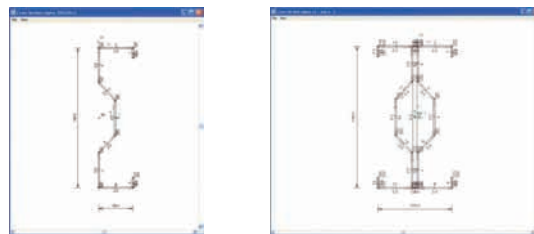
Na osnovu ulaznih podataka i podataka iz kataloga proizvođača profila, vrši se kreiranje potrebnih poprečnih preseka, a to su poprečni preseki za profile: Σ 200x50x2.0mm, Σ 250x65x2.0mm, C75x30x2.0mm, L50x30x1.5mm.

Stubovi i rigle ramova se izvode tako što se sigma profili okreću jedan prema drugom leđno i spajaju zavrtnjevima (sl.3.2).



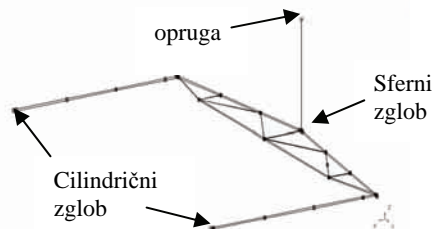
Slika 3.2. Postavljanje Σ profila

Na mestima veze između pojedinih elemenata ubacuju se spojne ploče odnosno čvorni elementi. Navedeni profili pripadaju profilima tankozidnih poprečnih preseka. Za svaki spoj koji je izveden sa veznom pločom između profila vrši se unos posebnog poprečnog preseka koji sadrži poprečne preseke dva profila koji se spajaju i ploče između njih (sl. 3.3).



Slika 3.3. Unos tačaka tankozidnog poprečnog preseka Σ 250x65x2.0 mm i poprečni presek spoja(desno)

Osloni čvorovi za ram na donjim krajevima stubova trebaju biti šarnirne veze tj. zglob sa jednim stepenom slobode kretanja tj. obrtanja oko horizontalne ose. Vertikalni štap, koji aproksimira užu kojim se ram podiže, treba da primi silu samo u vertikalnom pravcu koja predstavlja silu dizanja u užetu. Na donji kraj vertikalnog štapa se postavlja sferni zglob na mestu spajanja vertikalnog štapa i rama (sl. 3.4). Na gornji kraj vertikalnog štapa se postavi oslonac tako da može da primi samo vertikalnu silu, nakon čega se oslobode sva obrtanja oko osa i svi pravci kretanja, osim u pravcu z ose u kom se postavlja opruga.

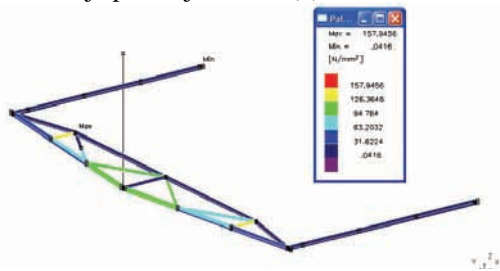


Slika 3.4. Oslanjanje rama

Nakon proračuna naponi u štapovima su grafički prikazani preko palete boja pomoću koje se očitava najveći (maksimalni) napon, koji u ovom slučaju za središnji ram iznosi 158 N/mm^2 (sl. 3.5). Za spoljašnji ram maksimalni napon iznosi 320 N/mm^2 , sl. 3.6.

Za slučaj opterećenja pri transportu i montaži čeličnih konstrukcija dopušteni naponi se određuju iz granice razvlačenja podeljene koeficijentom 1,33 [3]. S obzirom da su profili izrađeni od čelika S 235 JRG2 napon na

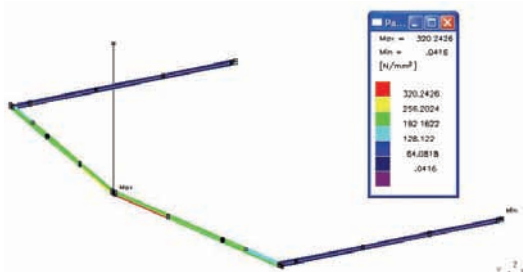
granici razvlačenja iznosi $Re = 235 \text{ N/mm}^2$. Dopusjeni napon se dobija prema jednačini (1).



Slika 3.5. Naponi u središnjem ramu

$$\sigma_{dop} = \frac{235}{1,33} \approx 176 \text{ N/mm}^2 \quad (1)$$

Uslov nije zadovoljen za slučaj opterećenja spoljašnjeg rama prema izrazu (2), pa se zato mora pristupiti modifikaciji struktunog modela. Odnosno kalkanski ram se ne može podizati na ovaj način sa užetom vezanim na sredini rama.



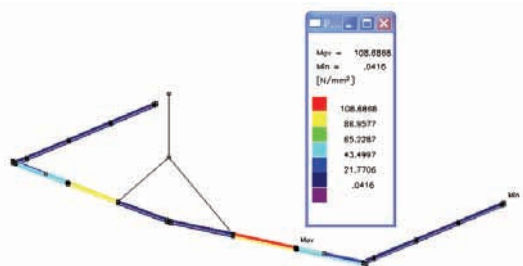
Slika 3.6. Naponi u spoljašnjem ramu

$$\sigma_{max} = 320 \text{ N/mm}^2 > \sigma_{dop} = 176 \text{ N/mm}^2 \quad (2)$$

Jedno od mogućih rešenja za smanjenje napona u tim elementima je vezivanje uz pomoć nekog prihvatnog sredstva tako da se sila podizanja rasprema i smanji se dužina raspona. Sl. 3.7 prikazuje slučaj kada se koriste priveznice.

Sada rezultati pokazuju da je maksimalni napon 108 N/mm^2 . Prema izrazu (3) napon je u granicama dopuštenog.

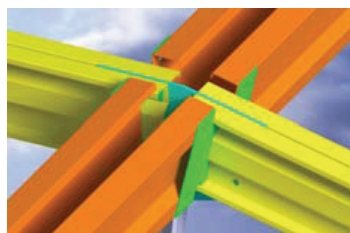
$$\sigma_{max} = 108 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{dop} = 176 \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$



Slika 3.7. Upotreba priveznice

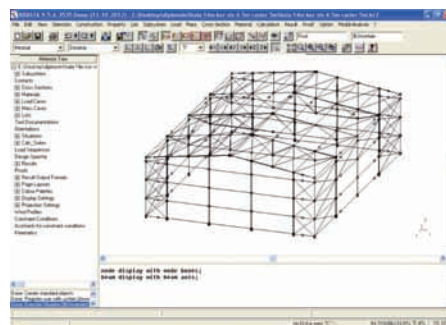
4. ANALIZA ČVORNOG ELEMENTA METODOM KONAČNIH ELEMENATA (FEM ANALIZA)

U narednom delu teksta predstavljen je postupak statičke analize modela čvornog elementa koji u konstrukciji hale služi za povezivanje podužih nosača (sigma profila) sa unutrašnjim i spoljašnjim krovim rešetkama i za prenošenje opterećenja od snega i vetra koje deluje kako u pravcu uzdužne ose tako i poprečnom pravcu hale, sl 4.1.



Slika 4.1. veza rožnjača i rešetki rama

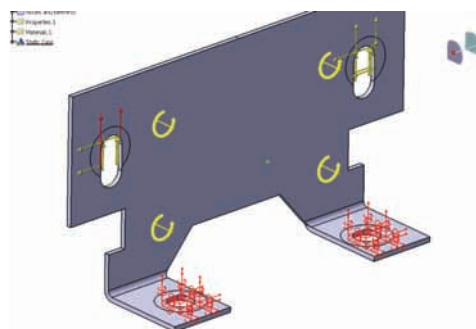
Poznata opterećenja od vetra, snega i sopstvene težine se unose u proračunski model hale.



Slika 4.2. Model hale u programu KRASTA

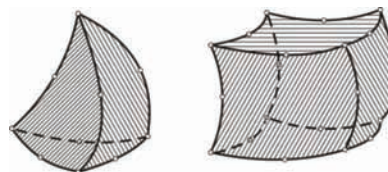
Statička analiza je vršena metodom konačnih elemenata u programskom paketu CATIA V5.

Unutrašnje sile i momenti koji su se javili na krajevima podužnih nosača u krovu hale unošeni su kao spoljna opterećenja u čvorni element na mestima veze, vodeći računa o smerovima delovanja sila i momenata, sl. 4.3.



Slika 4.3. Čvorni element modeliran u programu CATIA

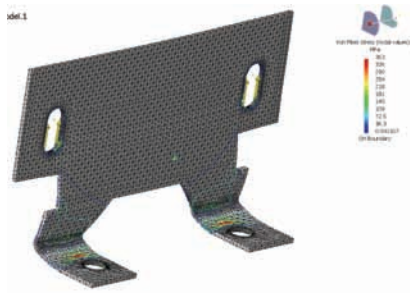
Jedan od najvažnijih koraka u primeni metode konačnih elemenata je izbor elemenata i interpolacionih funkcija. Svaki element se karakteriše oblikom elementa, brojem i vrstom čvorova, brojem i vrstom nepoznatih u pojedinim čvorovima i vrstom interpolacionih funkcija.



Slika 4.4. Parabolički Tetredarski i heksaedarski konačni elementi [4]

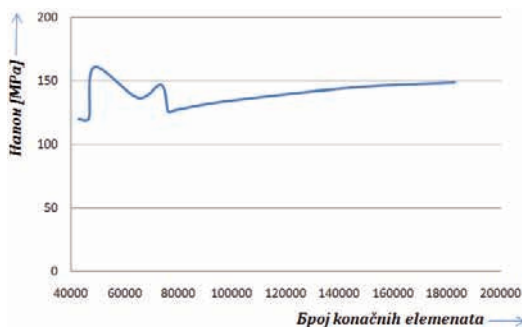
Nakon proračuna moguće je prikazati, napone i deformacije modela, sl 4.5.

Rešenja koja se dobijaju po metodi konačnih elemenata u opštem slučaju su približna ili aproksimativna rešenja. Uvek kada se radi o približnim rešenjima postavlja se pitanje njihove tačnosti, stabilnosti i konvergencije.



Slika 4.5. Deformacije i Von Misses-ovi naponi, grafički predstavljeni pomoću palete boja

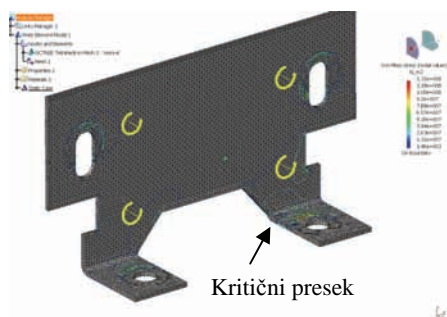
U cilju utvrđivanja relevantnog rešenja za konkretan model koristi se metoda traženja rešenja sa različitim gustinama mreže konačnih elemenata zbog nepostojanja relevantnog uporednog problema za koji postoji analitičko rešenje. Menjajući veličinu konačnog elementa sukcesivno od veličine 3mm do 1,5mm formiraju se različite veličine mreža konačnih elemenata.



Slika 4.6. Promena napona u funkciji broja konačnih elemenata

Na dijagramu, sl. 4.6, se uočava da se numerički proces, posle određene veličine mreže, oko 76000 elemenata, stabilizuje a rešenja se kreću ka vrednosti od 150 N/mm^2 . Ovo ukazuje da proces konvergira. Iz navedenog se zaključuje da je relevantna veličina konačnog elementa, koja se usvaja kao merodavna za traženje rešenja, poslednja u nizu veličina za koju je vršen proračun, a to je veličina 1,6 mm.

Značajniji naponi za analizu su oni koji se javljaju na savijenom delu stope između gornjeg i donjeg dela čvornog elementa, to su moguća mesta koncentracije napona, sl. 4.7.



Slika 4.7. Kritični presek

Naponi se očitavaju za prethodno usvojenu veličinu konačnog elementa za koju je utvrđeno da daje najtačnija rešenja. Očitavajući napone u čvorovima uočava se da se kreću između vrednosti od 32 do 35 N/mm^2 . Ovi naponi ne prelaze dozvoljene vrednosti.

5. ZAKLJUČAK

Konstatuje se trend korišćenja savremenih materijala u izgradnji noseće konstrukcije i obloga hala. Savremeni materijali (hladno valjani profili, sendvič paneli i dr.) omogućavaju brzu izgradnju, poboljšane termo i izolacione karakteristike objekta. Savremeni konstruktivni elementi omogućavaju da konstrukcija bude lakša uz povećanu čvrstoću. Prilikom projektovanja konstrukcije i procesa montaže savremeni alati koji se baziraju na upotrebi računara i računarskih programa mogu se upotrebiti. Rezultati su pouzdani i upotrebljivi, lako se menjaju parametri konstrukcije, izgled modela i parametri materijala. Ovo doprinosi fleksibilnosti rada mogućnošću da se za jedan isti model brzo i lako variraju različite proračunske situacije. Programski paket *KRASTA* je nezaobilazni alat prilikom projektovanja i analize metalnih konstrukcija. Program *CATIA V5* omogućava potpuno razradu određenog proizvoda odnosno upravljanje jednim proizvodom od ideje do projektovanja preko konstruisanja i izrade. Najveće znanje stečeno prilikom rada u ovom programu je to da program radi i ima mogućnost da daje rezultate brzo, što ubrzava i smanjuje troškove procesa projektovanja i konstruisanja. Ovu uštedu treba naravno uporediti sa cenom jednog ovakvog programskog paketa. Koji su rezultati merodavni odnosno koji model tj. način postavljanja ograničenja, opterećenja i koji konačni elementi odgovaraju upravo situaciji koja se posmatra zavisice od iskustva konstruktora. Pravilnim izborom veličine konačnih elemenata, kao i izborom vrste konačnih elemenata tj. interpolacionih funkcija može se doći do približno tačnih rešenja.

6. LITERATURA

- [1] Vladić, J.: *Automatizovano projektovanje*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006,
- [2] Vladić, J., Živanić, D., Đokić, R.: *Savremeni postupci analize nosećih konstrukcija montažnih objekata*, 9. Međunarodna konferencija o dostignućima elektrotehnike, mašinstva i informatike DEMI 2009, Banja Luka, 28.-29. maj 2009, zbornik radova str. 127-134,
- [3] Babin, N., Brkljač, N., Šostakov, R.: *Metalne konstrukcije*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006,
- [4] Babin, N., Brkljač, N., Šostakov, R., Vladić, J.: *Metalne konstrukcije u mašinstvu*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012,
- [5] Vladić, J., Đokić, R., Gajić, A.: *Montažne hale kao system gradnje u poljoprivredi*, POLJOPRIVREDNA TEHNIKA, *Naučni časopis*, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, br.4, decembar 2008., Beograd, Srbija, str. 45-52
- [6] Lovrić S.: *Analiza rama kabine lifta primenom metode konačnih elemenata*, Master rad, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad 2012,
- [7] Domazet, Ž., Krstulović, L.: *Metalne konstrukcije i konstruisanje*, Fakultet elektrotehnike, Split, 2006,

Kratka biografija:



Nenad Čadan rođen je u Pakracu 1982. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Automatizovano projektovanje odbranio je 2012. god.

REVITALIZACIJA PROIZVODNOG SISTEMA ŠTAMPARIJE
REVITALIZATION OF PRODUCTION SYSTEM FOR PRINTING HOUSEDejan Krsmanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – Rad sadrži opis proizvodnog sistema štamparije PRINTEX u kome su utvrđene karakteristike i izvršene analize programa proizvodnje. Nakon analize utvrđen je proizvod predstavnik, izračunata redukcija količine i urađen tehnološki postupak izrade proizvoda predstavnika. Nakon izvršene analize dat je predlog revitalizacije proizvodnog sistema.

Ključne reči: proizvodni sistem, proizvod predstavnik, revitalizacija

Abstract – The paper contains a description of the production system of the PRINTEX printing company determining the production characteristics and carrying out analysis of the production program. After the analysis, the representative product was determined, the amount of reduction was calculated and the technological process of making the product representative was carried out. After the analysis a proposal concerning the revitalization of the production system is given.

Keywords: production system, product representative, revitalization

1. UVOD

U radu je urađena analiza proizvodnog sistema štamparije PRINTEX da bi se mogle utvrditi nedostaci i greške u radu i da se predlože poboljšanja u proizvodnom sistemu štamparije. Urađeni su proračuni i analiza, izabran je proizvod predstavnik i sagledane su moguće greške i nedostaci u proizvodnom sistemu štamparije. Suština rada jeste da kroz predloženu revitalizaciju sistema ukloni nedostatke vezane za transport materijala i poboljšanje transportnog puta, odnosno dat je predlog za izradu nove hale sa novim rasporedom prostorija, čime će se skratiti vreme transporta materijala i stime ubrzati proizvodnja i povećati ekonomska dobit.

2. PROGRAM PROIZVODNJE

Štamparija PRINTEX nastala je 18. 09. 1990. godine sa središtem u Mačvanskoj Mitrovici. Iz bogate ponude grafičkih usluga i proizvoda, koje nudi štamparija PRINTEX, izdvajaju se: rokovnik, letak (flajer), prospekt, katalog, blok, fascikla, obrazac, plakat (poster), vizit karta, kalendar, čije su količine date u tabeli 1. Štamparija zapošljava 9 radnika od kojih su 2 visokokvalifikovana.

NAPOMENA:

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

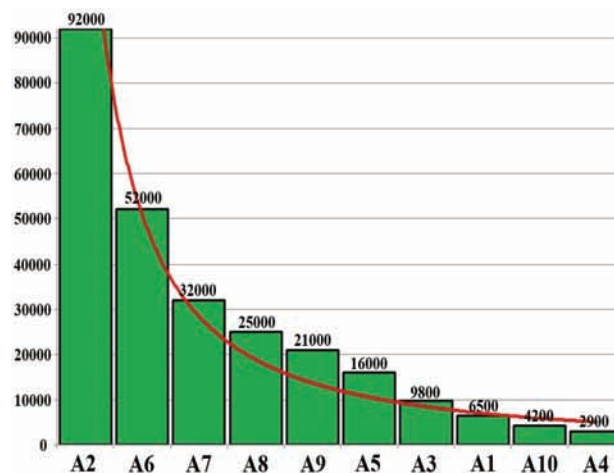
Štamparija nudi usluge dizajniranja i izradu proizvoda po želji kupaca. Takođe nudi usluge dizajniranja sajtova.

Tabela 1. Program proizvodnje

R.b.	Oznaka	Naziv	kom/god
1.	A1	Rokovnik	6500
2.	A2	Letak (flajer)	92000
3.	A3	Prospekt	9800
4.	A4	Katalog	2900
5.	A5	Blokovi	16000
6.	A6	Fascikle	52000
7.	A7	Obrasci	32000
8.	A8	Plakati (poster)	25000
9.	A9	Vizit Karte	21000
10.	A10	Kalendar	4200

3. ANALIZA PROGRAMA PROIZVODNJE, IZBOR PROIZVODA PREDSTAVNIKA I REDUKCIJA KOLIČINA

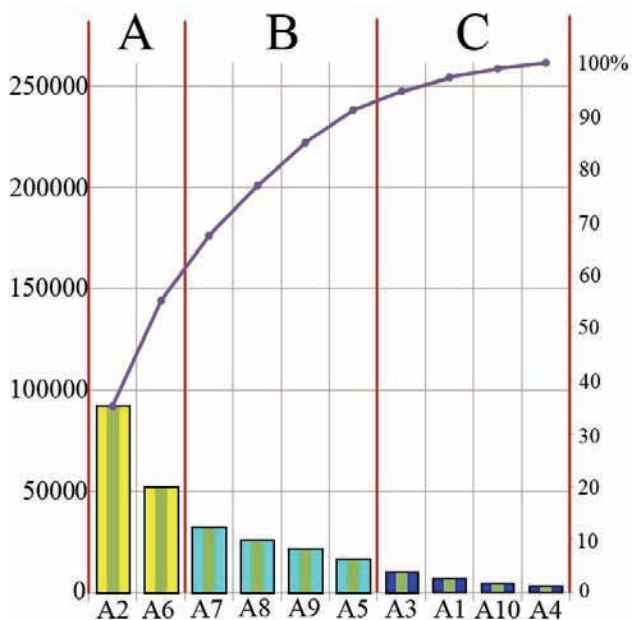
Predmetni postupak se izvodi metodom vrednosne analize (ABC analiza), pri čemu se poredi sledeće relevantne karakteristike: količina, masa i vrednost proizvoda. Urađena je ABC analiza za svih 10 proizvoda i na osnovu nje je izabran proizvod predstavnik i urađena je redukcija količina. Proizvod predstavnik se bira iz A područja kod količinske i vrednosne, dok se iz masene analize bira iz području C. Dalje je izvršena je analiza karakterističnih elemenata za svih 10 proizvoda prema karakteristikama formata, karakteristikama materijala, broju boja, načinu dorade, složenosti izrade proizvoda. Količinski najzastupljeniji proizvod, kako se može videti sa slike 1, je letak.



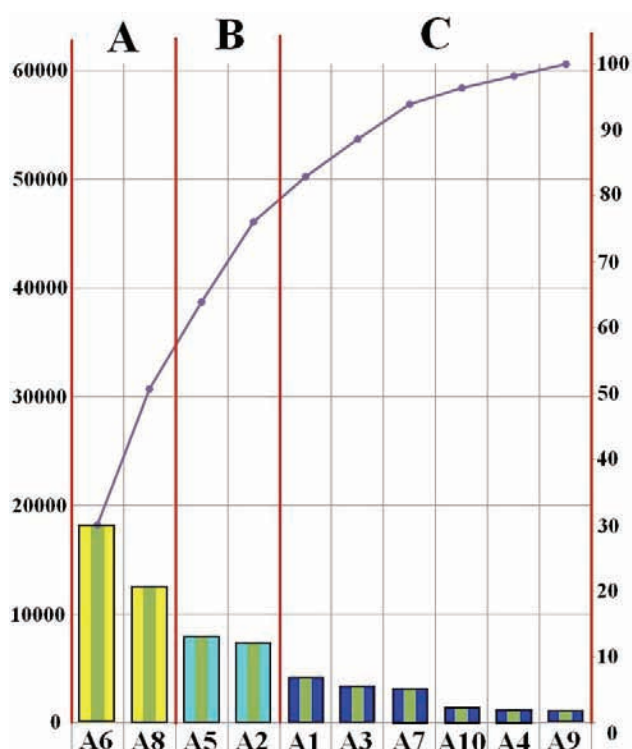
Slika 1. Odnos struktura/količina

Na osnovu ABC analize se može videti da u količinskoj analizi koja je prikazana na slici 2 su letak i fascikla u području A, u masenoj su letak i fascikla u području C, a u vrednosnoj analizi koja je prikazana na slici 3 fascikla je u području A, dok je letak u području B.

Uzimajući u obzir sve ove analize proizvod predstavnik je fascikla.



Slika 2. Količinska ABC analiza



Slika 3. Vrednosna ABC analiza

Redukcija količina se, pri projektovanju proizvodnih sistema na pojedinačnom prilazu u oblikovanju tokova materijala, se vrši nakon odabira proizvoda predstavnik. Redukcijom količina se prenose određene karakteristike ostalih proizvoda na proizvod predstavnik.

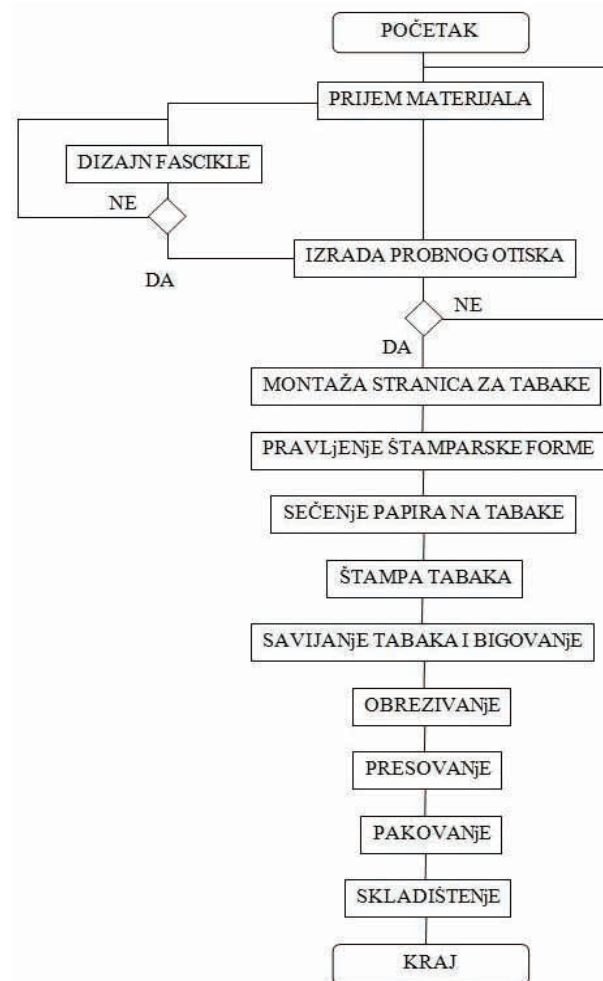
Nakon izračunate redukovane količine koja je u slučaju štamparije PRINTEX 1.700.000 kom/god, ceo proces se dalje odvija kao da se proizvodi proizvod predstavnik ali ne sa stvarnom, već sa redukovanom količinom.

Redukcijom količina je omogućena razrada tehnološkog postupka samo za jedan proizvod - proizvod predstavnik, izbegavajući razrađivanje tehnoloških postupaka za svaki proizvod posebno. Na taj način se pojednostavljuje proces projektovanja proizvodnih sistema.

4. PROJEKTOVANJE POSTUPKA IZRADE PROIZVODA PREDSTAVNIKA

Proces rada je niz uzastopnih promena na predmetu rada u vremenu. Odvija se u nizu faza, tako što se na svakom tehnološkom sistemu odvija određena operacija. Faktori koji određuju vreme trajanja operacije su: stepen složenosti operacije; sredstva rada putem režima rada; uslovi pod kojima se izvodi operacija; stepen organizovanosti preduzeća i drugi.

Operacije procesa rada za proizvod predstavnik su projektovane u sledećem redosledom: prijem materijala, dizajn i prelom, probni otisak, montaža stranica za tabak, izrada štamparske forme, sečenje papira na tabake, štampa tabaka, savijanje tabaka bloka i bigovanje, obrezivanje, presovanje, pakovanje. Celokupan algoritam izrade proizvoda predstavnik je prikazan na slici 4.



Slika 4. Algoritam toka procesa proizvodnje proizvoda predstavnik

5. IZBOR TIPA I VARIJANTE TOKA

Tip i varijanta toka se bira na osnovu opterećenja sistema i njegovog odnosa sa kapacitetom sistema. Odnos opterećenja sistema i kapaciteta sistema naziva se *stepen serijnosti*, i u zavisnosti od toga da li je on veći, jednak ili manji od 1, određuje se varijanta toka. U slučaju štamparije „PRINTEX“ proračunata je varijantu toka 1.2. [5] cije su karakteristike:

- šira struktura i manje količine proizvoda;
- prekidni tok;
- prostorna struktura se oblikuje na procesnom prilazu;
- univerzalnost sredstava rada i numerički upravljani tehnološki sistemi;
- visoko kvalifikovana radna snaga;
- povišen stepen fleksibilnosti;
- povišen kapacitet međufaznih skladišta;
- složenost organizacije sistema i postupaka upravljanja;
- duga vremena trajanja ciklusa proizvodnje;
- visok nivo nedovršene proizvodnje;
- nizak koeficijent obrtanja novčanih sredstava.

6. OBLIKOVANJE PROSTORNIH STRUKTURA I TOK PROIZVODA PREDSTAVNIKA

Pri oblikovanju prostornih struktura se poštuju određeni principi kao su: princip minimalnih rastojanja; princip inteziteta toka; princip iskorišćenja prostornih struktura; princip fleksibilnosti; princip sigurnosti rada; princip integracije tokova.

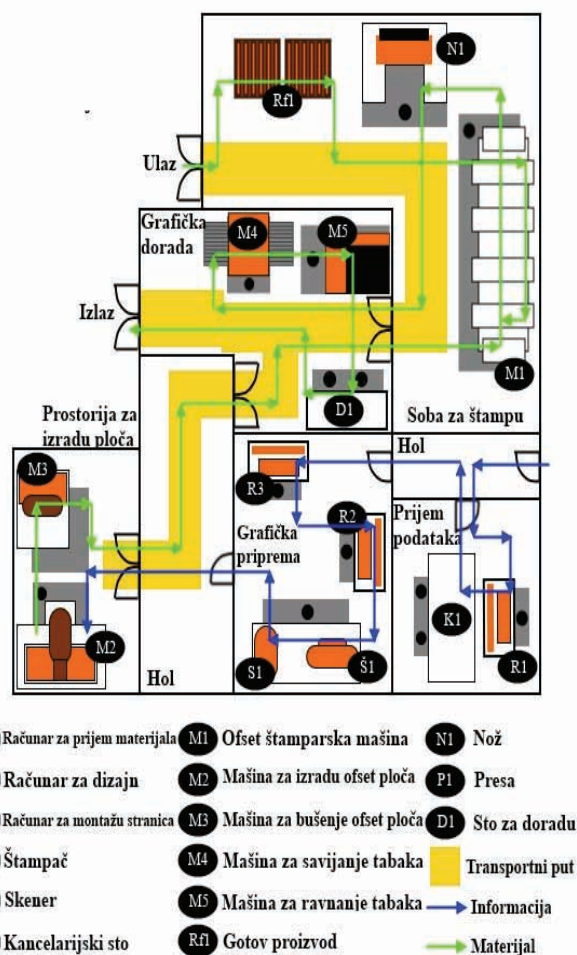
U postojećem sistemu štamparije postoji prostorija za prijem podataka, grafičku pripremu, prostorija za izradu ploča, grafičku doradu i prostorija za štampanje.

U funkciji stepena tehnološke složenosti delova u programu proizvodnje i ograničenja različite vrste, tokovi u sistemu mogu biti oblikovani na različite načine.

Pri projektovanju proizvodnih sistema jedno od najčešćih ograničenja je vezano za oblik građevinskih struktura sistema i međusobni položaj ulaza i izlaza iz sistema. U datom smislu se najčešće javljaju oblici prostornih struktura, koji uslovljavaju sledeće oblike tokova:

- Pravolinijski oblik toka;
- Kružni oblik toka;
- L – oblik toka;
- U – oblik toka;
- S – oblik toka;
- Oblik nepravilno izlomljene linije;
- Kombinovani.

Na *slici 5* je prikazan postojeći raspored prostora i opreme u sistemu kao i tokovi materijala i informacija, koji su analizirani u pogledu navedenih ograničenja i došlo se do zaljučka da je potrebno izgraditi novu halu.



Slika 5. postojeći razmeštaj prostora i opreme u proizvodnom sistemu

7. REVITALIZACIJA POSTOJEĆEG SISTEMA ŠTAMPARIJE

Pojam revitalizacije podrazumeva poboljšanja koja se mogu primeniti u proizvodnom sistemu.

U slučaju štamparije PRINTEX je zaključeno da je prioritarno poboljšanje prostorne strukture, odnosno rasporeda prostorija, radnih mesta u tim prostorijama i tokova materijala i informacija.

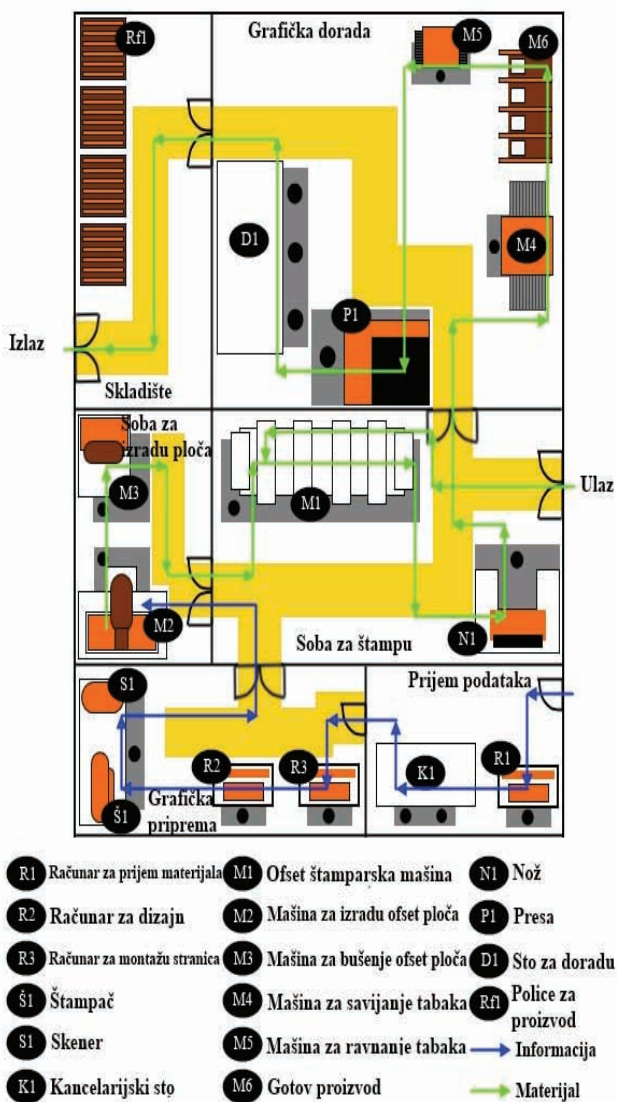
Novo rešenje je pronađeno u vidu nove hale (*Slika 6*) koja bi omogućila bolji i praktičniji raspored radnih mesta i progresivan tok materijala i informacija, kao i skraćivanje transportnih puteva između radnih mesta.

Uz malo povećanje površine nove hale, dobijen je bolji raspored prostorija, a samim tim i bolji tok materijala i informacija.

Takođe je omogućeno da se informacije lakše i brže prenose iz odeljenja za prijem podataka do prostora za obradu podataka, pripremu za štampu i daljim slanjem u odeljenje za štampu i doradu.

U prostoriji za štampu je projektovan razmestaj opreme radi lakšeg opsluživanja tehnoloških sistema.

Kao novo odeljenje uvedeno je skladište sa odvojenim ulazom i izlazom, što dovodi do progresivnih tokova materijala.



Slika 6. Predložen raspored prostora i opreme u proizvodnom sistemu i tokovi materijala i informacija

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu je analiziran proizvodni sistem štamparije PRINTEX čije je sedište u Mačvanskoj Mitrovici i bavi se štamparskom delatnošću više od 20 godina. Radi povećanja produktivnosti radi se vrši u dve smene. Štamparija je opremljena Man Roland 704-3B-P, kao i linijom za završnu grafičku obradu. Proizvodnja obuhvata 10 različitih proizvoda.

Analizama programa proizvodnje zaključeno je da je proizvod predstavnik fascikla koja se u kolicinskoj i vrednosnoj analizi nalazi na prvom mestu, dok se u masenoj nalazi kao jedan od proizvoda sa malim utroškom materijala u celokupnoj ponudi.

Dalji tok projektovanja je baziran na izabranom proizvodu predstavniku odnosno fascikli, na osnovu kojeg je izvršena redukcija količina.

U daljem postupku su izvršeni svi ostali proračuni i predloženo novo, poboljšano rešenje prostorne strukture posmatranog proizvodnog sistema.

9. LITERATURA

- [1] D. Zelenović, I. Ćosić, R. Maksimović, A. Maksimović: "Priručnik za projektovanje proizvodnih sistema - pojedinačni prilaz", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2003.
- [2] Novaković Dragoljub "GRAFIČKI PROCESI", skripta, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2003.
- [3] Novaković Dragoljub "GRAFIČKI SISTEMI", skripta, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2003.
- [4] Ćosić, R. Maksimović, "PROIZVODNI MENADŽMENT", skripta, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2005.
- [5] Dragutin Zelenovic -Projektovanje proizvodnih sistema, Fakultet tehničkih nauka Novi sad, 2003.

Kratka biografija:



Dejan Krsmanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo - Proizvodni menadžment, pod naslovom „Revitalizacija proizvodnog sistema štamparije“ odbranio je 2012. godine.

OBRADA POBOLJŠANOG ZAPREMINSKOG I UPOREDNOG BEAM MODELA ZAVRTNJA SIMULACIJAMA

SIMULATIONS OF IMPROVED SOLID AND BEAM BOLT MODELS

Mladen Vidaković, Milosav Georgijević, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je teorijski predstavljena krutost zavrtnjeva na osnovu VDI Richtlinie 2230 preporuka, kao i predlog modela zavrtnja za MKE analizu, koji opisuje krutost po istim preporukama. Takođe je predstavljen i novi predlog zapreminskog i uporednog modela zavrtnja koji je ovde obrađen sa svim njegovim prednostima i manama. Iste su ocenjene na osnovu dijagrama momenata savijanja usled kombinacije aksijalnih i smicajnih/savojnih opterećenja.

Abstract – This paper presents theoretical stiffness of bolt based on VDI Richtlinie 2230 guidelines, and proposes a bolt model for FEM analysis, which is also described in same guidelines. Here is also highlighted a new proposal for Solid and Beam bolt model with all advantages and disadvantages. These are rated by bending moment diagrams due to a combination of axial and shear/bending loads.

Ključne reči: zavrtnanj, krutost, matrica krutosti, zapreminski model, uporedni model

1. UVOD

Zastupljenost zavrtnjeva u konstrukcijama je velika i veoma je važno što bolje poznavati ovu vrstu mašinskih elemenata. Najbolji način za određivanje ponašanja zavrtnjeva u zavrtnjanskoj vezi, kao i uticaja na delove koje spaja, i obrnuto, je izvođenje simulacija u programskim paketima baziranim na metodi konačnih elemenata. MKE analiza je veoma bitna s ciljem određivanja krutosti, napona i životnog ciklusa istih. Akcenat u ovom radu odnosi se na opisivanje krutosti zavrtnjeva na osnovu odgovarajućih modela napravljenih u programskom paketu ANSYS Workbench.

2. KRUTOST ZAVRTANJSKIH VEZA

Prema prvom izdanju preporuka VDI Richtlinie 2230 (2003) razlikuju se krutost usled aksijalnog naprezanja i krutost usled savijanja. Krutost usled smicanja izostaje. Na slici 1. prikazani su delovi zavrtnja istog poprečnog preseka za koje se mogu računati pomenute krutosti za poprečne preseke određenih dužina. Ukupna aksijalna elastičnost određuje se na osnovu zbira pojedinačnih elastičnosti kao što je prikazano u formuli:

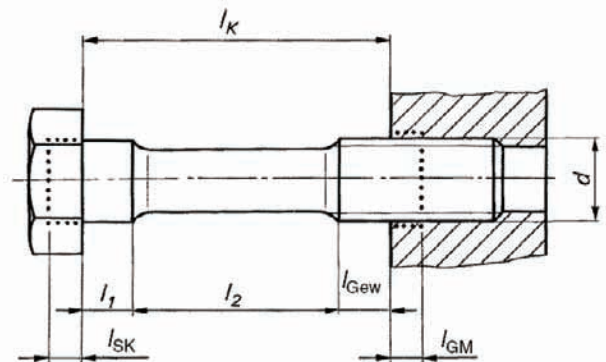
$$\delta_s = \delta_{SK} + \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_{Gew} + \delta_{GM} \quad (1)$$

NAPOMENA:

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

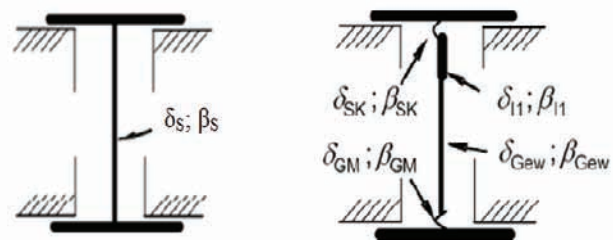
Savojna popustljivost je takođe određena pomoću zbira pojedinačnih popustljivosti prikazanih na slici 1. a prikazana je u formuli 2:

$$\beta_s = \beta_{SK} + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_{Gew} + \beta_M + \beta_G \quad (2)$$



Slika 1: Podela zavrtnja na cilindrične i deformabilne delove istog prečnika

Početkom 2012. godine postaje dostupno drugo, dopunjeno izdanje preporuka VDI Richtlinie 2230 koje opisuje model zavrtnja kojim će se opisivati njegova krutost u programskom paketu baziranom na MKE, a podrazumeva određivanje krutosti na osnovu prethodnih formula i upotrebu istih u zavisnosti od modela prikazanog na slici 2. Ovo su ujedno i prve preporuke za kreiranje modela zavrtnja u nekom od CAE programskih paketa.

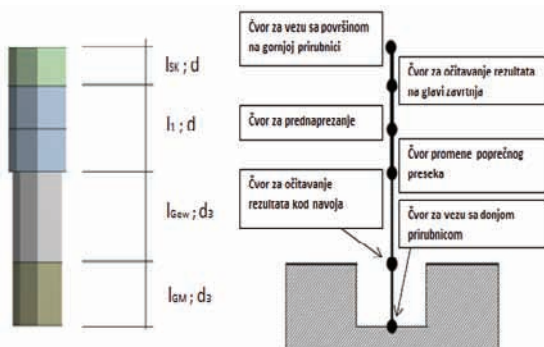


Slika 2: Beam modeli zavrtnja prema VDI Richtlinie 2230 (Blatt 2)

3. ANALIZA POSTOJEĆEG MODELA ZAVRTNJA

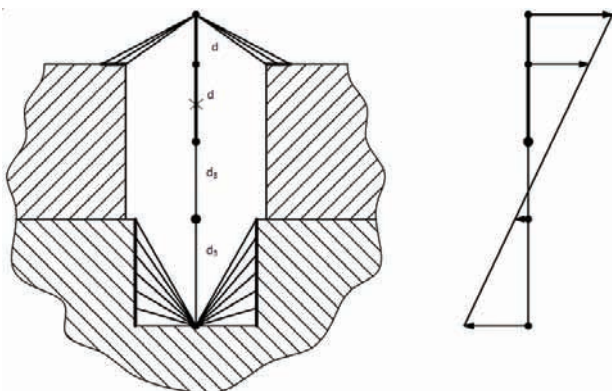
Ideja za predstojeći model dobijena je na osnovu želje za što manje zahtevnim modelom. Tako je model prestavljen na slici 3 sastavljen iz četiri linearna BEAM elementa, različitih poprečnih preseka, kao prema VDI Richtlinie 2230. Kao što može da se vidi sa slike, poslednji čvorovi na oba kraja zavrtnja u modelu služe za vezu zavrtnja sa priрубnicama. Veza je napravljena na osnovu Fixed Joint opcije, koja predstavlja krutu vezu sa šest stepeni slobode, bez mogućnosti podešavanja krutosti između ovih stepeni slobode. Pretposlednji čvorovi predstavljaju poprečne preseke važne za očitavanje rezultata. Kao što se vidi sa

slike 3, za formiranje mreže potreban je samo po jedan element za svaki štap, osim za štap koji predstavlja vrat zavrtnja. On se sastoji od tri čvora jer Pretension Element, koji služi za nanošenje sile prednaprezanja, dozvoljava postojanje jednog čvora više. Bolja diskretizacija nije potrebna, jer mesta na kojima se očitavaju rezultati ne zavise od diskretizacije.



Slika 3: Postojeći model zavrtnja u fabrici „Liebherr“

Ovaj model je davao prihvatljive rezultate za duge zavrtnjeve, međutim za kratke zavrtnjeve računski rezultati značajno odstupaju od realnosti. Razlog se može uočiti sa slike 4. gde je prikazan dijagram momenta savijanja.



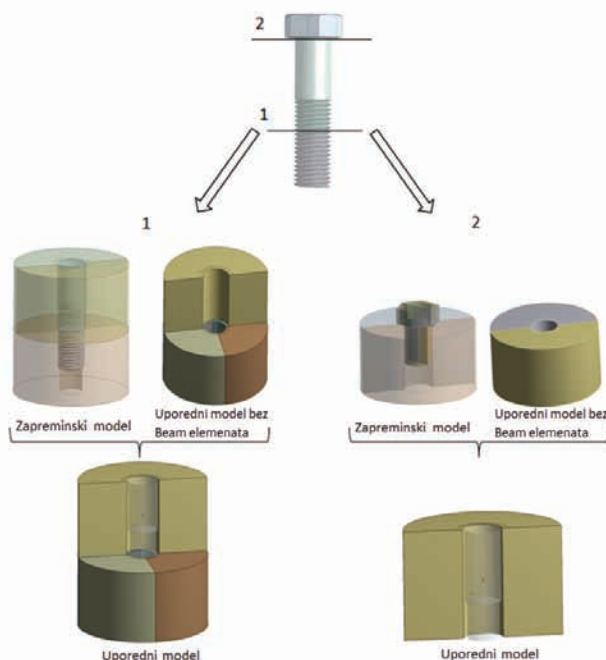
Slika 4: Presek modela kratkog zavrtnja i dijagram momenta savijanja

Kao što se vidi sa gornje slike, moment savijanja na mestima koja su značajna za analizu krutosti (pretposljednji čvorovi) značajno zavise od dužine zavrtnja, kao i mesta gde se očitavaju rezultati, odnosno položaja čvora u modelu. Ukoliko je dužina zavrtnja mala, naponi za ciljni presek mogu da budu približno jednaki nuli, kao što se vidi sa dijagrama za čvor gde se spajaju prirubnice. Ovi rezultati značajno odstupaju od realnosti, te je bilo potrebno pronaći model koji će bolje opisivati krutost kratkih zavrtnjeva.

4. PREDLOG NOVOG ZAPREMINSKOG I UPOREDNOG (BEAM) MODELA ZAVRTNJA

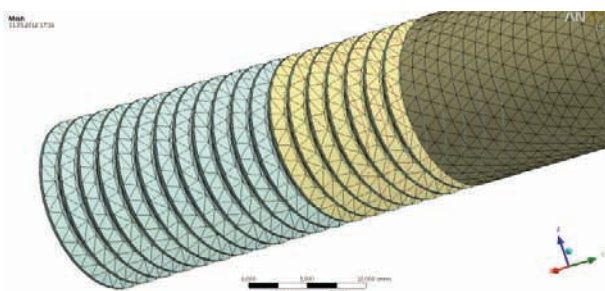
Na osnovu zapreminskog modela zavrtnja dobijaju se rezultati koje sa određenom preciznošću treba da daje i uporedni model. Iz ovog razloga zapreminski model treba da bude napravljen sa što više detalja, odnosno da što više liči na onaj u realnosti. Uporedni model predstavlja model koji će inženjerima omogućiti skraćeno vreme potrebno za simulaciju i dobijanje preciznih rezultata u odnosu na zapreminski model. Prilikom formiranja zapreminskog modela uvek je potrebno u podsvesti držati i uporedni model, i upravo odavde proističu modeli prikazani na slici

5 čiji je konačan cilj dobijanje uporednog Beam modela koji sa određenom preciznošću opisuje krutost zavrtnja.



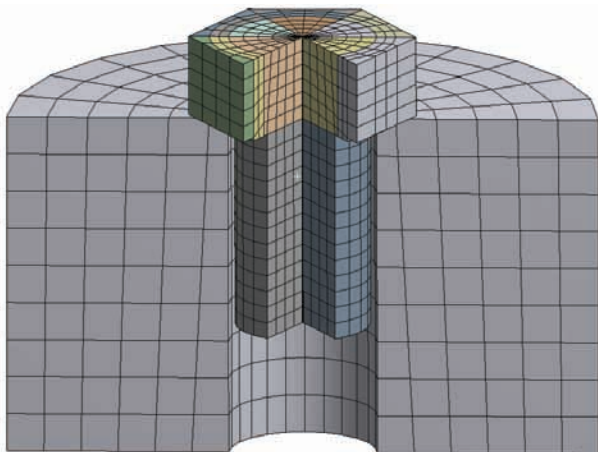
Slika 5: Modeli potrebni za dobijanje uporednih modela koji opisuju krutost u poprečnim presecima 1 i 2

Pomoću ovih modela moguće je dobiti sve potrebne informacije o krutosti u presecima zavrtnja prikazanim na slici. Jedan zapreminski model sadrži obe prirubnice i stablo zavrtnja, i na njemu se posmatraju deformacije na delu uvrnutom u gnezdo zavrtnja (presek 1). Drugi zapreminski model sadrži samo gornju prirubnicu, glavu i vrat zavrtnja, kako bi se deformacije, odnosno krutosti mogle očitati u preseku ispod glave zavrtnja (presek 2). Na istoj slici se vide i uporedni modeli bez Beam elemenata čije se deformacije posmatraju posebno. Na osnovu razlike deformacija, odnosno krutosti iz zapreminskog modela i uporednog modela bez Beam elemenata, dobijaju se krutosti veze kod uporednog Beam modela. Za dobijanje funkcionalnih modela potrebno je uložiti trud u formiranje same geometrije, mreže elemenata, kontakata i veza, kao i graničnih uslova i opterećenja. Geometrija zapreminskog modela je ujedno i najzahtevnija za obradu računom zbog postojanja navoja. Navoj onemogućava formiranje mreže od heksaedarskih elemenata, te je kod modela gde se krutosti očitavaju na preseku kod spoja prirubnica, mreža formirana od elemenata oblika tetraedra, koji su prikazani na slici 6. Za ovu vrstu elemenata potrebno je uključiti opciju Element Midside Nodes, jer bi model bez nje bio isuviše krut, odnosno rezultati ne zadovoljavaju.



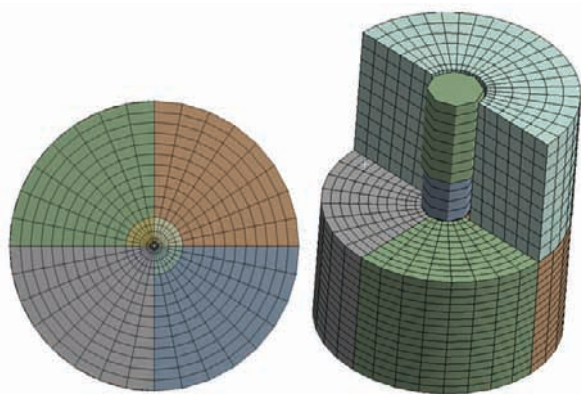
Slika 6: Mreža zavrtnja

Kod modela kod koga se očitavaju rezultati za presek ispod glave zavrtnja, usled simetričnosti i nepostojanja navoja, mreža može biti formirana od heksaedarskih elemenata kao što se vidi sa slike 7.



Slika 7: Mreža elemenata zapreminskog modela vezanog za presek ispod glave zavrtnja

Opterećenja su nanošena u poprečnim presecima gde su očitavani rezultati. Radi se o aksijalnom opterećenju, dva momenta savijanja u vertikalnoj ravni u ravnima zakrenutim za devedeset stepeni, kao i dve smicajne sile u horizontalnoj ravni, u pravcima takođe zakrenutim za devedeset stepeni. Za mesto kontakta u zapreminskom modelu, zbog velikih nelinearnosti koje je davao frikcionni kontakt, iskorišćen je Bonded-MPC kontakt, koji model čini krućim nego pri upotrebi frikcionnog kontakta. Razlikom rezultata zapreminskog i uporednog modela bez Beam elemenata dobijaju se deformacije, odnosno popustljivosti potrebne za matricu krutosti Joint Bushing veze, koja je upotrebljena za vezu kod uporednog Beam modela. Predlog uporednog Beam modela sa mrežom je prikazan na slici 8.



Slika 8: Uporedni Beam model sa mrežom elemenata

5. MATRICA KRUTOSTI

Razlika između popustljivosti (deformacija) zapreminskog i uporednog modela bez Beam elemenata daje popustljivosti koje je potrebno uneti u inverznu matricu za dobijanje krutosti. Kako su za ovaj rad od interesa i elementi koji se ne nalaze na glavnoj dijagonali matrice, odnosno elementi koji opisuju i smicajnu krutost, iz popustljivosti se krutost dobija iz inverzne matrice. Ukoliko bi bila predstavljena samo aksijalna i savojna krutost, ovi elementi bi lako bili dobijeni samo na osnovu

deljenja dobijenih popustljivosti sa brojem jedan, jer su opterećenja bila jedinična (1 N za silu i 1 Nmm za momente). Korišćena matrica krutosti je zbog smicajnih opterećenja sadržala i negativne vrednosti, te je matrica iz Workbencha morala biti preuzeta iz ANSYS Classical Session Editora i upisana u obliku Command Snippet, kao što je prikazano na slici 9.

Stiffness Coefficients						
Stiffness	Per Unit X (mm)	Per Unit Y (mm)	Per Unit Z (mm)	Per Unit (a) (°)	Per Unit (b) (°)	Per Unit (c) (°)
Δ Force X (N)	0					
Δ Force Y (N)	0	0				
Δ Force Z (N)	0	0	0			
Δ Moment X (Nmm)	0	0	0	0		
Δ Moment Y (Nmm)	0	0	0	0	0	
Δ Moment Z (Nmm)	0	0	0	0	0	0

```

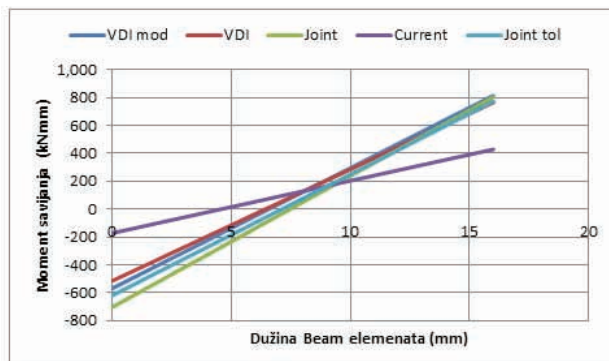
TBOE,JOINT,_j1d,,STIF
TS,JOINT,_j1d,1,21,STIF
TTEMP,0
TBDATA,,4.7026E+006,0,0,0,0,4.0972E+006
TBDATA,,5.7143E+006,0,0,0,0,4.7026E+006
TBDATA,,-4.0972E+006,0,0,9.4479E+007,0,0
TBDATA,,0,0,9.4479E+007,,,
    
```

Slika 9: Matrica krutosti Joint veze uporednog Beam modela u Workbenchu i matrica krutosti putem APDL komande

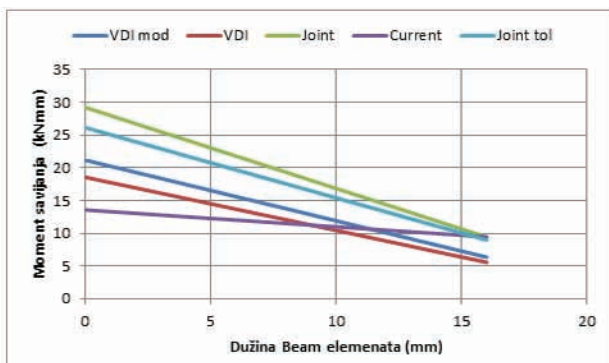
Podatke za matrice krutosti dobijene ovom metodom za pomenute veličine zavrtnjeva, potrebno je sačuvati. Vrednosti matrica krutosti za veličine koje nisu obrađene radom, a nalaze se između M16 i M48 zavrtnjeva, moguće je dobiti interpolacijom. U radu su na ovaj način obrađeni zavrtnjevi sa šestougaonom i cilindričnom glavom i krupnim korakom.

6. REZULTATI I VERIFIKACIJA MODELA

Za poređenje svih pomenutih modela korišćena su dva slučaja iz kojih su dobijeni momenti savijanja. Prvi slučaj opterećenja se odnosi na kombinaciju aksijalnog i smicajnog opterećenja, a drugi na kombinaciju aksijalnog i savojnog opterećenja. Poređeno je pet različitih modela: model prema VDI, korigovani VDI model (VDI mod), model predstavljen u ovom radu (Joint) i isti model sa minimalnim dimenzijama zavrtnja (Joint tol), kao i postojeći model u fabrici (Current). Momenti savijanja koji se odnose samo na kratke zavrtnjeve M16 sa šestougaonom glavom prikazani su na slikama 10 i 11. Na slici 10 su prikazani momenti savijanja za pomenute modele i slučaj opterećenja kombinacijom aksijalne i smicajne sile, dok su na slici 11 prikazani rezultati za kombinaciju aksijalne sile i momenta savijanja. Aksijalna sila je nanošena u prvom koraku simulacije za oba slučaja i ostaje konstantna do kraja simulacije, kada je prisutna i puna smicajna sila, odnosno moment savijanja.



Slika 10: Dijagram momenata savijanja za M16 kratki zavrtnj sa šestougaonom glavom, za slučaj aksijalnog i smicajnog opterećenja



Slika 11: Dijagram momenata savijanja za kratki M16 zavrtnj sa šestougaonom glavom, za slučaj aksijalnog i savojnog opterećenja

Za obe vrste zavrtnjeva modeli prema novom predlogu VDI Richtlinie 2230 su elastičniji od modela opisanih u ovom radu (Joint i Joint tol), što može da se pripiše i upotrebi MPC-Bonded kontakta u zapreminskom modelu. VDI mod model je nešto krući od VDI modela jer je umesto d_3 poprečnog preseka prilikom računanja krutosti korišćen d_s poprečni presek. Momenti savijanja za predlog modela iz ovog rada (Joint i JointTol) su veći u odnosu na najnovije VDI preporuke, odnosno krutost im je generalno veća, pa se ide na stranu sigurnosti. Model zavrtnja koji se trenutno koristi u okviru fabrike (Current) daje niže vrednosti momenata savijanja u odnosu na sve ostale modele. Ukoliko se uporede predlog iz ovog rada JointTol i predlog prema najnovijem stanju tehnike VDI, razlika u momentima savijanja za kratke zavrtnjeve na mestu navoja iznosi 20%, dok je na mestu glave samo 1%. Međutim, trenutni model za presek kod navoja ima 3 puta manje momente savijanja u odnosu na VDI model, i ispod glave zavrtnja 1.8 puta manji, što je velika razlika u odnosu na stanje tehnike, kao i u odnosu na novi predlog gde je ova razlika još veća. Krutost je generalno za sve modele veća u preseku ispod glave zavrtnja nego u preseku kod navoja, što je prouzrokovano razlikom u poprečnim presecima na ova dva mesta. Kako se povećava dužina zavrtnja, razlika između postojećeg i ostalih modela opada. Takođe opadaju momenti savijanja za sve modele, što je sasvim očekivano sa porastom dužine zavrtnja, koja ga čini elastičnijim.

7. ZAKLJUČAK

Obzirom da VDI Richtlinie 2230 opisuje krutost zavrtnjeva uz mnoga uprošćenja, MKE analiza je jedini način da određena krutost bude bliže realnosti. Usled velikih nelinearnosti, kao u slučaju koji je tema ovog rada, nije moguće predstaviti realne uslove u kojima bi se nalazio model. Tako je prilikom opisivanja zapreminskog modela, koji je bio od presudnog značaja za dalju analizu i stvaranje uporednog BEAM modela (koji opisuje krutost zapreminskog modela), bilo nemoguće upotrebiti Lagranžov frikcionni kontakt, koji bi realne uslove bolje predstavio, jer u obzir uzima i trenje u kontaktu elemenata. Umesto ovog kontakta upotrebljeni MPC-Bonded kontakt dao je značajno manje deformacije zapreminskog modela zavrtnja, odnosno veće krutosti. Model sa ovom vrstom kontakta donosi znatne uštede u vremenu za analizu u odnosu na Lagranžov kontakt. I pored toga što nije predstavljen sa pravim uslovima iz

realnosti, zapreminski model opisan u ovom radu je najrealniji model zavrtnja koji je do sada u okviru fabrike napravljen. Momenti savijanja, koji bi za kasnije analize bili od ogromnog značaja, su u slučajevima kombinacija aksijalnog sa smicajnim i savojnim opterećenjima uvek veći nego u ostalim modelima. Vrednosti momenata savijanja su za razliku od postojećeg modela stabilne, ne variraju sa promenom dužine BEAM elemenata, odnosno ne zavise od položaja čvora na kom se očitavaju rezultati, kao što je to slučaj sa postojećim modelom. Ovi momenti su od presudnog značaja za dalju analizu napona i životnog ciklusa zavrtnjeva.

Razlika u rezultatima između zapreminskog i uporednog modela je neznatna, međutim, uporedni model u potpunosti zavisi od rezultata zapreminskog modela, odnosno matrice krutosti. Na osnovu ovih dimenzija i deformacija dobijene su matrice krutosti uporednih modela. Potrebno je obuhvatiti sve dimenzije zavrtnjeva sa samo tri zapreminska modela (M16, M30 i M48), na osnovu čijih matrica krutosti bi interpolacijom mogle da se dobiju matrice za druge veličine zavrtnjeva. Zbog standardizovanosti, kao i jednostavnosti, VDI model bi mogao da predstavlja model sa kojim će se ubuduće raditi u okviru firme Liebherr, gde treba imati u vidu veliku razliku u momentima savijanja kod savojnog opterećenja u odnosu na novi predlog modela.

8. LITERATURA

- 1/ VDI-Richtlinie 2230 Blatt1 „ Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen Zylindrische Einschraubenverbindungen“; Verein Deutscher Ingenieure ; 2003.
- 2/ VDI-Richtlinie 2230 Blatt 2 - Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen - Zylindrische Einschraubenverbindungen; Verein Deutscher Ingenieure ; 2012.
- 3/ Erdogan Madenci, Ibrahim Guven; The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS; Springer; 2006.
- 4/ Gerhard Silber, Florian Steinwender; Bauteilberechnung und Optimierung mit der FEM; Teubner; 2005.
- 5/ Walter Alt; Nichtlineare Optimierung; Vieweg; 2002.

Kratka biografija:

Mladen Vidaković rođen je u Vlasenici (Republika Srpska) 1986. god. Diplomski - Bachelor rad odbranio je 2010. god. na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Hidroprenosnici u mehanizaciji. Diplomski - Master rad odbranio je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti CAE projektovanja računarom na odelu Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo 2012. god.

Milosav Georgijević rođen je u Stapar 24. 04. 1949. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1989. god. Od 2000. god. je u zvanju redovnog profesora. Oblasti interesovanja su mu mašinstvo, transportna tehnika, tokovi materijala, logistika.

ISPITIVANJE FUNKCIONALNOSTI NOVOG REŠENJA UREĐAJA ZA KONTROLU DEBLJINE PREVLAKA

TESTING THE FUNCTIONALITY OF A NEW SOLUTION OF MEASURING COATING THICKNESS

Jovica Berić, Damir Kakaš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Posmatrani su rezultati merenja debljine slojeva TiN mereni sa novim tipom uređaja na uzorku sa brušenom i poliranom površinom. Analiziran je uticaj položaja i veličine kuglice na tačnost rezultata. Ispitana je preciznost merenja korišćenjem konzole da se obezbedi merenje debljine prevlake i na velikim alatima

Abstract – The observed results of measuring the thickness of TiN layers were measured with a new type of device on the sample with brushed and polished surfaces. Samples had grinded or polished surface. Influence of the positions and dimensions of the balls to the results quality was analysed. Accuracy of measuring with the console was investigated to prove the possibilities of application of this equipment on large tools.

Ključne reči: Debljina prevlake, TiN, uređaj za merenje, hrapavost površine

1. UVOD

Tanki površinski slojevi se koriste u širokom spektru industrijskih aplikacija, uključujući autoindustriju, alate, transmisije, mikroelektroniku itd. Veoma su prisutni i tanki slojevi tipa termalnih barijera, boja i zaštitnih slojeva kod aviona, energetskih uređaja, transportnih sredstava itd.

Jedna od najvažnijih primena prevlaka u mašinstvu je za presvlačenje alata radi povećanja njihove postojanosti i samog veka trajanja.

Rezni alati

U cilju poboljšanja reznih sposobnosti, alati od brzoreznog čelika (BČ) i TM se presvlače različitim vrstama tvrdih prevlaka, što omogućuje znatno povećanje brzine rezanja i pomaka uz postizanje većih postojanosti alata [8].

Za presvlačenje reznih pločica najčešće se koriste sledeće vrste materijala:

- titan karbid TiC,
- titan nitrid TiN,
- titan karbonitrid Ti(CN),
- aluminijum oksid Al₂O₃,
- sintetički dijamant i dr.

Presvlačenjem pločica od TM i alata od BČ postižu se sledeće karakteristike:

NAPOMENA:

Ovaj rad pristekao je iz master rada čiji mentor je prof. dr Damir Kakaš.

- Povećanje otpornosti na habanje,
- Povećanje otpornosti na agresivna dejstva okoline (hemijska stabilnost),
- Smanjenje koeficijenta trenja,
- Povećanje toplotne postojanosti i
- Dopadljiv estetski izgled presvučenog alata.

Na osnovu eksperimentalnih analiza izvedene su sledeće najvažnije prednosti presvučenih u odnosu na nepresvučene rezne alate:

- Duži vek trajanja alata,
- Bolji kvalitet obrađene površine,
- Oštiri režimi rezanja,
- Povećanje produktivnost pri obradi i
- Veća univerzalnost primene.

Sve dosad izneseno ukazuje na opravdanost primene tehnologije presvlačenja pločica od tvrdog metala i alata od BČ i na potrebu daljeg razvoja, kako same tehnologije prevlačenja tako i uvođenje novih tipova tvrdih prevlaka, koje će imati još bolje eksploatacione karakteristike.

Alati za deformisanje

Alate za deformisanje obično karakterišu rad sa visokim pritiscima, površinske deformacije, često i rad na visokim temperatura. Važan kriterijum pri izboru ovih alata je niska tenzija na adheziju u području rada da bi se izbeglo habanje alata, visoka čvrstoća i visoka otpornost na abrazivno habanje [1].

Postoji nekoliko objavljenih istraživanja koja pokazuju značajna poboljšanja postojanosti alata za deformisanje koje može biti 100 do 200 puta upotrebom tvrdih i tankih površinskih slojeva. Izbor odgovarajućeg materijala alata u velikom meri zavisi od vrste materijala koji se deformiše.

Alati za izvlačenje, kalupi za kovanje na koji su PVD postupkom deponovani slojevi TiN, (TiAl)N ili TiB₂ debljine 3-5μm pokazali su povećanje životnog veka alata za 100-200 puta. Na iste ove alate, ako se deponuju slojevi TiN ili TiN/TiC debljine 7-10μm CVD postupkom, uočava se povećanje radnog veka alata za 100-200 puta.

Biomaterijali

Biomaterijali su našli široku primenu u medicini za proizvodnju implantanata, hirurških alata, stomatoloških proteza itd. Najveći problem u radu ovih materijala predstavlja trenje i agresivnost sredine u kojoj rade. Loša biokompatibilnost ugrađenih materijala može izazvati odbacivanje implantanta ili stvaranje krvnih ugrušaka.

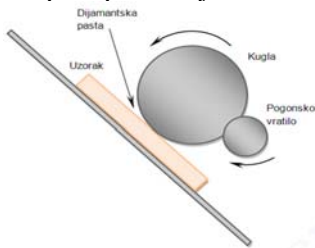
Najveća primena je u zameni zgloba kuka koji nastaje usled loma ili osteoartritis.

2. ISPITIVANJE DEBLJINE PREVLAKE KALOTESTOM

Merenje debljine prevlake pomoću ovog uređaja odlikuje se jednostavnošću i kratkim vremenom trajanja testa (1-2 minute). Koristi se za analizu prevlaka debljine između 0.1 i 50 µm.

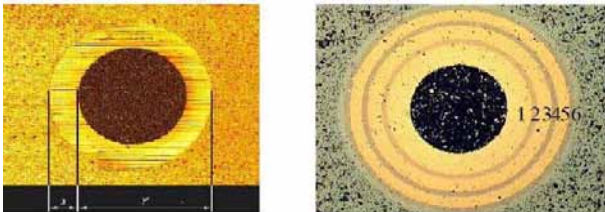
Princip merenja

Kugla poznatog prečnika rotira se i dovodi u kontakt sa površinom prevlake. Dodaje se abrazivno sredstvo u zonu kontakta [7]. Rotirajuća kugla se konstantnim opterećenjem pritiska na površinu prevlake što usled abrazije dovodi do stvaranja ulegnuća u obliku kalote. Normalna sila koja se javlja između kugle i uzorka određuje se na osnovu težine kugle. Rotiranje kugle vrši se pomoću pogonskog vratila čija se brzina može podešavati. Šema postupka data je na slici 2.1.



Slika 2.1: a) principijelna šema određivanja debljine kalotestom

Novonastalo ulegnuće se posmatra na mikroskopu i mere se veličine X i Y, na osnovu kojih se određuje debljina prevlake (slika 2.2).



Slika 2.2: Izgled ulegnuća pri određivanju debljine a) jednoslojne, b) višeslojne prevlake [7]

Debljina prevlake se određuje geometrijski, a konkretan način računanja zavisi od oblika uzorka na kome se meri debljina. Kalotest može da se primeni na ravnim, sferičnim i cilindričnim uzorcima.

Ispitivanje na ravnom uzorku

Na osnovu skice debljina prevlake može se odrediti kao:

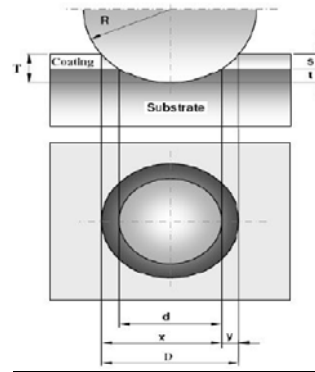
$$s = T - t$$

gde je T ukupna dubina prodiranja

$$T = R - \left(\frac{1}{2} \sqrt{4R^2 - D^2} \right)$$

t je dubina prodiranja u supstrat

$$t = R - \left(\frac{1}{2} \sqrt{4R^2 - d^2} \right)$$



Slika 2.3: Određivanje debljine prevlake na ravnom uzorku [7]

Konačno se može odrediti debljina prevlake

$$s = \frac{1}{2} \left(\sqrt{4R^2 - d^2} - \sqrt{4R^2 - D^2} \right)$$

Ako je $d \approx D$ i $D \ll R$ sledi da je:

$$s = \frac{XY}{2R}$$

Vrste kalotest uređaja i načini primene

Koriste se dve vrste kalotest uređaja:

- Kompaktni kalotest uređaj
- Industrijski kalotest uređaj

Kompaktni kalotest uređaj (slika 2.6a) se koristi za merenje debljine prevlaka na manjim uzorcima koji se mogu montirati u držač [3].



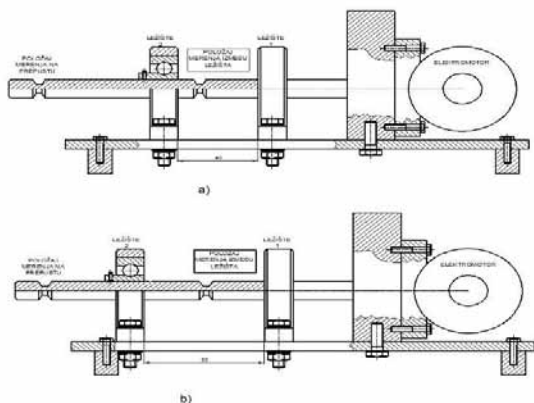
Slika 2.6: Vrste kalotest uređaja : a) kompaktni kalotest, b) industrijski kalotest

Industrijski kalotest (slika 2.6b) ima nekoliko prednosti: postolje na koje se postavlja ispitivani uzorak je veće i može da prihvati uzorke različitih oblika i dimenzija; za merenje većih uzoraka koji ne mogu stati na postolje služi podesiva „ruka“ pomoću koje se može pomeriti ceo motor na potrebno mesto; čišćenje uređaja je jednostavnije jer su motor i elektronika odvojeni

3. REZULTATI

Merenje geometrijske ekscentričnosti je mereno pri 2 različita rastojanja ležišta. Svaki položaj ležišta je

ponovljen 3 puta da bi se dobili što tačniji rezultati. Položaji ležišta su prikazani na slici 3.1,a rezultati merenja u tablicama 3.1 i 3.2.



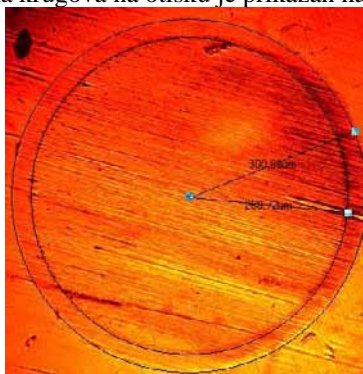
Slika 3.1 Položaji ležišta pri merenju ekscentričnosti rezultata
a) Položaj sa skupljenim ležajevima
b) Položaj sa raširenim ležajevima

Tablica 3.1						
skupljeni ležajevi						
ugao merenja	između ležaja			na prepustu		
	1	2	3	1	2	3
0	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0,5	11	11	12
180	0,3	0,5	0,9	26	27	29
270	0,9	0	0,1	11	11	12

Tablica 3.2						
rašireni ležajevi ležajevi						
ugao merenja	između ležaja			na prepustu		
	1	2	3	1	2	3
0	0	0	0	0	0	0
90	0,5	0,6	0,6	12	13	14
180	0,1	0,7	0,5	25	24	26
270	0,2	0	0	11	9	10

Određivanje devljine prevlaka

Određivanje debljine prevlake je izvršeno pomoću softvera ScopePhoto. Prikaz načina određivanja poluprečnika krugova na otisku je prikazan na slici 3.2.



Slika 3.2: Primer određivanja poluprečnika krugova

$$S = \frac{(R_1 - r_1) \cdot (2R_1 - (R_1 - r_1))}{2R} = \frac{x \cdot y}{2R}$$

Gde je:

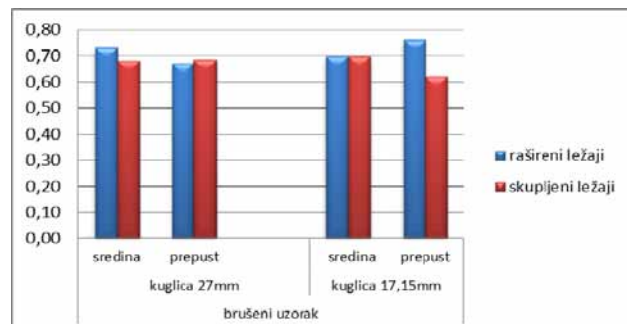
s- debljina prevlake (um)

R1- poluprečnik velikog kruga izmeren na otisku (um)

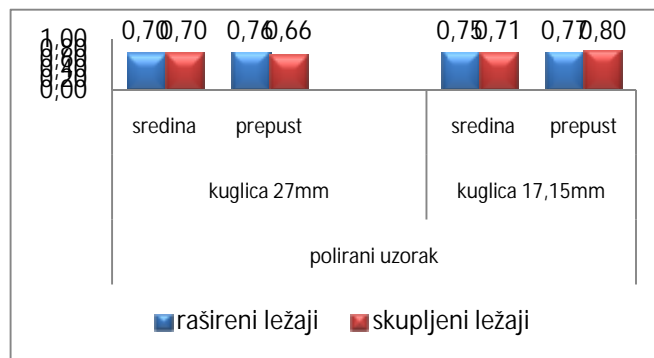
R1- poluprečnik malog kruga izmeren na otisku (um)

R-poluprečnik kuglice (um)

Srednje vrednosti debljine prevlake na brušenom i poliranom uzorku merene kuglicama 27mm i 17,15mm, pri položajima sa skupljenim i raširenim ležajima, prikazano je na slici.



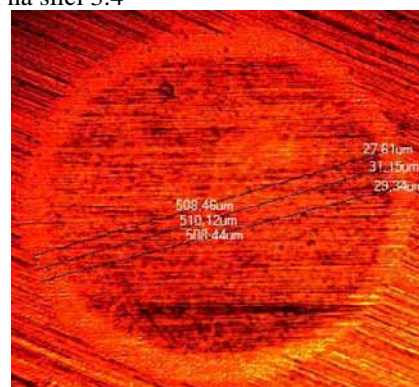
a) Brušeni uzorak



b) Polirani uzorak

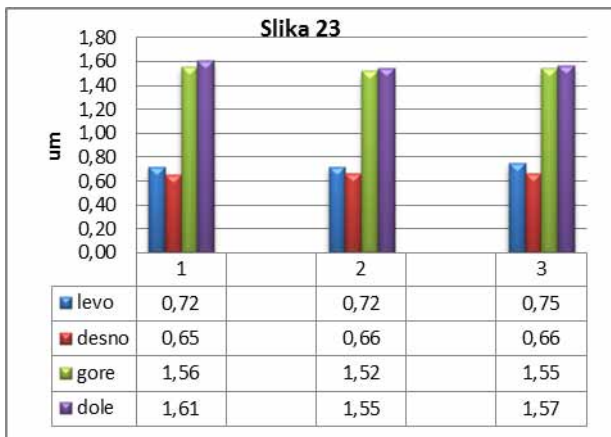
Slika 3.3 : Srednje vrednosti debljine prevlake

Debljina prevlake se može dobiti i direktnim merenjem vrednosti X i Y, sa leve i desne strane. Način merenja je prikazan na slici 3.4



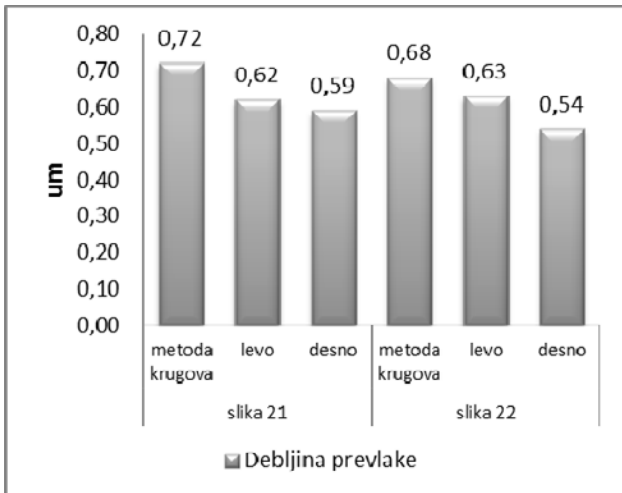
Slika 3.4: način merenja vrednosti X i Y

Zbog elipsastog otiska koji se dobija na prepustu, merenje vrednosti X i Y se vrši isključivo po manjem prečniku. Razlike u debljinama prevlake u zavisnosti od mesta merenja vrednosti X i Y su prikazane na slici 3.5



Slika 3.5 Merenje rasipanja rezultata merenjem na prepustu

Uporedni prikaz rezultata merenja debljina prevlake metodama krugova i direktnom metodom, prikazan je na slici 3.6.



Slika 3.6 Uporedne vrednosti izmerene debljine prevlake metodama krugova i direktnom metodom

Uticaj ugla habanja na rezultate merenja debljine

Habanje prevlake odvija se pod nekim uglom koji je različit za merenje na prepustu i između ležajeva. Ugao se meri tako što je jedan krak horizontalan tj. paralelan sa radnim stolom dok se drugi krak poklapa sa tragom habanja.

Svi prethodno izmereni rezultati pokazuju da je debljina prevlake merena sa leve strane manja u odnosu na izmerenu debljinu sa desne strane. Uticaj ugla habanja na rasipanje rezultata debljine prevlake merene sa leve i desne strane se može opisati jednačinom 3.1.

$$S_D = \left(1 - \frac{\cos \alpha}{5}\right) \cdot S_L \quad 3.1$$

Gde je:

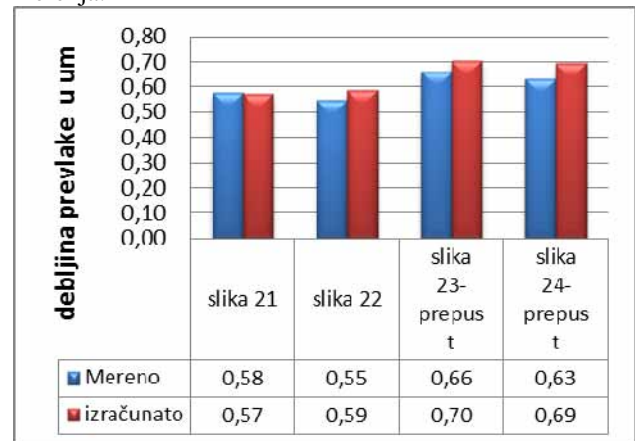
S_L - srednja izmerena vrednost debljine prevlake sa leve strane traga

S_D - Izračunata vrednost debljine prevlake sa desne strane traga

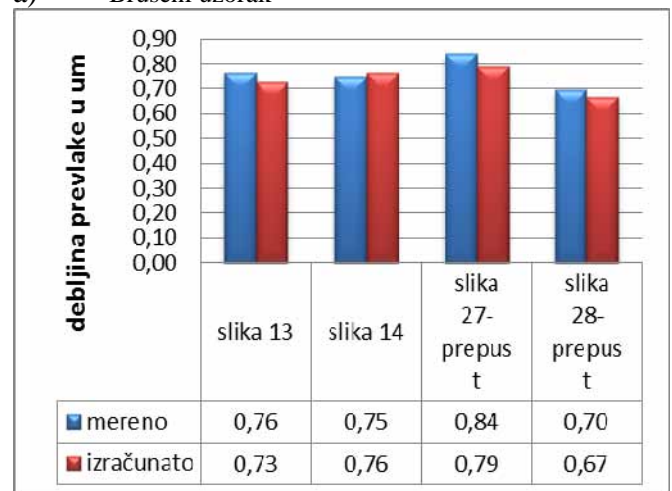
α - ugao linija habanja u odnosu na horizontalu

Na slici 3.7 grafički je prikazan odnos vrednosti debljine prevlake sa desne strane dobijene direktnim merenjem i

korišćenjem jednačine 7.1. U jednačini je za debljinu prevlake sa leve strane korišćena srednja vrednost od 3 merenja.



a) Brušeni uzorak



b) Polirani uzorak

Slika 3.7: Odnos vrednosti debljine prevlake sa desne strane dobije merenjem i računanjem

4. ZAKLJUČAK

U odnosu na ostale metode merenja sa razaranjem površine prevlake, kalotest ima najpovoljniji odnos cena-tačnost. Moguće je meriti površinske slojeve na delovima koji imaju veće gabarite korišćenjem industrijskog kalotest uređaja. Sam uređaj kalotest je našao na široku primenu kod merenja debljine tvrdih i supertvrdih prevlaka na čeličnim površinama, što je veoma bitno za oblast mašinstva, a posebno za oblast proizvodnje alata.

Za alate u livarstvu, posebno kod livenja pod pritiskom pojavljuju se značajni gabariti i merenje debljine prevlake na različitim delovima alata sa standardnim kalotest uređajem može biti veliki problem, a sa druge strane taj podatak bitno utiče na ocenu kvaliteta procesa depozicije. Stoga je na departmanu za proizvodno mašinstvo u centru za inženjstvo površina konstruisan i napravljen uređaj na bazi kalotest metode, ali sa velikim prepustom, koji bi omogućio merenje debljine prevlake i na različitim površinama velikih alata.

Cilj rada bilo je određivanje funkcionalnosti i tačnosti kalotest uređaja konstruisanog od strane centra za inženjstvo površina.

Merenjem bacanja na vratilu uređaja konstatovano je da samo vratilo ima određeno bacanje na prepustu i da to bacanje veoma malo zavisi od položaja ležajeva našeg uređaja (skupljeni ili rašireni ležajevi).

Oblik tragova habanja se bitno razlikuje ako je kuglica na sredini (po pravilu kružni otisak) u odnosu na eliptični oblik ako je kuglica na prepustu.

Pažljivim merenjem geometrije otiska i usrednjavanjem rezultata mogu se dobiti prihvatljiva odstupanja rezultata u odnosu na srednju vrednost debljine prevlake i kod kružnih i kod eliptičnih tragova habanja. To znači da se za prevlake sa debljinom oko jednog mikrona uspešno uređaj može koristiti za merenje u sredini i na prepustu vratila.

Nešto manje bacanje rezultata je uočeno kod kuglice sa većim prečnikom u odnosu na manju kuglicu, tako da se preporučuje korišćenje kuglice približnog prečnika 27mm.

Na osnovu svega predhodno izrečenog, a na bazi dobijenih rezultata merenje možemo konstatovati da je uređaj konstruisan u centru za inženjstvo površina i nanotehnologija pogodan za merenje debljina prevlaka kako na malim, tako i velikim alatima.

5.LITERATURA

[1] Coatings tribology: contact mechanisms, deposition techniques and application. – 2nd ed. – (Tribology and interface engineering series; v. 56)

[2] <http://www.oxford-instruments.com/products/coating-thickness/coating-gauges/Pages/coating-gauges.aspx>

[3] http://www.csm-instruments.com/en/Coating_thickness

[4] <http://www.ndtint.com/coating.htm>

[5] <http://www.pfonline.com/articles/coating-thickness-measurement-the-fundamentals>

[6] Inženjstvo površina, prof. Dr Damir Kakaš, Novi Sad, januar 2008

[7] Vežbe iz predmeta Inženjstvo površina, dipl. Ing Aleksandar Miletić, Novi Sad, januar 2008

[8] Tehnologija obrade rezanjem, Dragoje Milikić, Novi Sad 2003

[9] Ispitivanje mehaničkih i strukturno-morfoloških karakteristika prevlaka sulfamatnog nikla, BOŽIDARKA ARSENOVIĆ, ZORANA ŽIVIĆ, BOŠKO IVANOVIĆ, MIRKO SARIĆ, JELENA PJEŠČIĆ, Originalni naučni rad

[10] TOPLO POCINKOVANI PROIZVODI– PONUDA I POTRAŽNJA NA DOMAĆEM TRŽIŠTU, Association of Metallurgical Engineers of Serbia Technical paper AMES UDC:669.581=861

[11] SKF 20 izdanje, januar 2002

Kratka biografija:

Jovica Berić, rođen 02.06.1982 u Šapcu. Završio srednju tehničku školu u Šapcu 2001 god. Upisao Višu tehničku školu u Novom Sadu 2001 god, a diplomirao 2005 god na temi "Zagrevanje i podmazivanje kliznih ležajeva" stekavši zvanje Mašinski inženjer održavanja. Osnovne studije na Fakultetu Tehničkih Nauka upisao 2007 god, a diplomirao 2011 god na temi "Analiza mogućnosti i ograničenja procesa inkrementalnog deformisanja" stekavši zvanje Diplomirani inženjer mašinstva. Master studije upisao 2011 god, a diplomirao 2012 god na temi "Ispitivanje funkcionalnosti novog rešenja za kontrolu debljine prevlaka" stekavši zvanje Master inženjer mašinstva.

INFRASTRUKTURA ZA NAPAJANJE ELEKTRO-AUTOMOBILA**ELECTRIC VEHICLE CHARGING INFRASTRUCTURE**Siniša Satarić, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj rad treba da prikaže načine na koje se realizuje proces punjenja baterija elektro-automobila i uređaje i prateću opremu koji se koriste u procesu.

Abstract – This paper describes possible methods of EV battery charging and devices and equipment involved in the process.

Ključne reči: Načini punjenja, punjači, oprema za povezivanje

1. UVOD

Elektro-automobil predstavlja vozilo koje treba da odgovori na sve veću potrebu za efikasnijim i ekološki prihvatljivim oblikom drumskog transporta, pre svega u gradskim sredinama. Za njegovo normalno funkcionisanje neophodno je da poseduje medijum za skladištenje energije, odnosno bateriju. Da bi se omogućio pristup jeftinoj energiji u električnoj distributivnoj mreži, mora postojati infrastruktura, koja bi obezbedila lak i bezbedan transfer te energije i njeno skladištenje u baterije. Tu infrastrukturu čine punjači, sa pratećom opremom za povezivanje i komercijalno poslovanje [1].

U ovom radu se razmatraju punjači, kao osnovna infrastrukturni sklopovi za napajanje energijom elektro-automobila. Dat je pregled načina punjenja i ključne opreme za povezivanje punjača sa mrežom i automobilom.

2. PUNJAČI

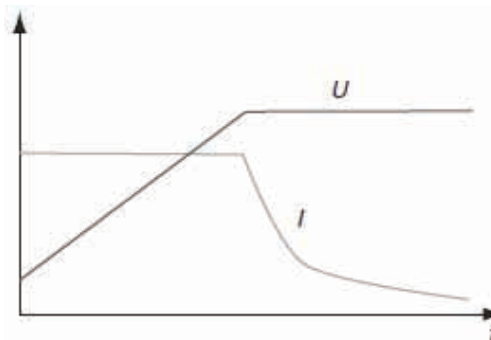
Punjač je AC/DC pretvarač energetske elektronike i treba da obezbedi pravilno punjenje baterije, koje se najčešće se odvija u dve faze:

- glavna faza punjenja, u kojoj se u bateriju prenosi najveći deo energije i
- finalna faza, u kojoj se elektrohemijski procesi u bateriji stabilizuju

Većina punjača danas, prilikom procesa punjenja koriste takozvanu IU karakteristiku (slika 1). U glavnoj fazi punjač obezbeđuje konstantnu struju, dok u finalnoj fazi obezbeđuje konstantan napon.

NAPOMENA:

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



Slika 1. IU karakteristika punjenja

Trajanje glavne faze uslovljeno je raspoloživom strujom i karakteristikama punjača, dok finalna faza, koja zahteva malu struju, traje nekoliko časova. Proizvoljno punjenje, odnosno delimično punjenje, koje se najčešće dešava sa brzim javnim punjačima, uglavnom uključuje samo glavnu fazu punjenja.

3. NAČINI PUNJENJA

Osnovna podela vrši se prema nivoima snage punjenja [2]. Postoje tri načina punjenja:

- Normalno punjenje
- Polubrzo punjenje
- Brzo punjenje

Druga vrsta podele odnosi se na način povezivanja punjača sa automobilom i tu razlikujemo:

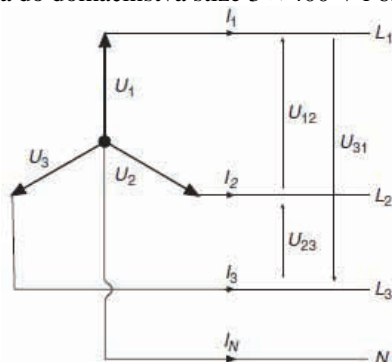
- Kontaktno punjenje
- Induktivno punjenje

3.1. Nivoi snage punjenja

Normalno punjenje predstavlja punjenje snagom koja je dostupna na standardnom priključku (utičnici), kakva se može naći u većini kućnih instalacija. Snaga raspoloživa na priključku može varirati u zavisnosti od geografske lokacije. U većini Evropskih zemalja priključci su deklarirani na 230 V i 16A, što obezbeđuje maksimalnu snagu od 3,7 kW. Sa ovom raspoloživom snagom baterija od 24 kWh (Nissan Leaf) može se napuniti za otprilike 6,5 h., što je sasvim prihvatljivo za punjenje u toku noći. U Severnoj Americi je situacija po ovom pitanju lošija. Mrežni napon je 120 V, a standardni priključak je deklariran na 15 A, što daje snagu od samo 1.8 kW. Prethodno spomenutoj bateriji bi trebalo preko 13 h, da se na ovaj način napuni, što je krajnje nepraktično.

Polubrzo punjenje (u SAD označeno kao "Level 2" punjenje) predstavlja punjenje korišćenjem struja koje

prekoračuju vrednosti deklarisanе za standardnu utičnicu, ali koje se mogu relativno lako obezbediti preko standardnih kućnih ili komercijalnih instalacija. U većem delu Evrope se koristi trofazni distributivni sistem. Najčešće se primenjuje sistem sa 4 žice (slika 2), sa faznim naponima od 230 V i međufaznim naponima od 400 V. Takođe, u većini država trofazni priključci u domaćinstvima su uobičajni. Švajcarska zahteva trofazne priključke za struje veće od 16 A, dok je u Nemačkoj standard da do domaćinstva stiže 3×400 V i 63 A.



Slika 2. Trofazni distributivni sistem sa 4 žice

Ovakav priključak dozvoljava značajno veću snagu uz umerenu jačinu struje. Sa strujom od 16 A po fazi dobija se snaga od 11,1 kW (pri $\cos\varphi=1$). Ovo omogućava punjenje Nissan Leaf-ove baterije za nešto više od dva sata. Sa 32 A, ova snaga se udvostručuje, što već omogućava dosta brzo punjenje baterija manjih i srednjih vozila. Za sličnu snagu, monofazni priključak bi morao da obezbedi struju od oko 100 A.

Brzo punjenje zahteva veliku snagu, koja značajno premašuje kapacitete standardnih kućnih ili industrijskih priključaka. Ovaj način punjenja zahteva postojanje specifične infrastrukture. Punjenje se može vršiti jednosmernom ili naizmničnom strujom. Kod punjenja jednosmernom strujom, spoljašnji (stacionarni) punjač (ispravljač) se povezuje sa baterijom, tako da je potrebno da postoji glomazna i skupa stacionarna infrastruktura. Kod punjenja naizmničnom strujom, koristi se ispravljač u samom automobilu. Ovaj ispravljač, inače, dopunjuje bateriju u toku vožnje pri regenerativnom kočenju.

Infrastruktura za brzo punjenje treba da obezbedi snagu punjenja do 250 kW, koja bi bila dovoljna da napuni bateriju kapaciteta 40 kWh za manje od 10 minuta. Iako ovakvo rešenje olakšava korišćenje elektro-automobila, sa sobom nosi brojne probleme:

- visoki troškovi infrastrukture za brzo punjenje u odnosu na polubrzno punjenje
- potreba za kablovima velikog prečnika koji su, zarad praktičnosti, povezani sa punjačkim stanicama, što ih čini lako dostupnim za kradljivce bakra
- veliko opterećenje distributivne mreže, pogotovo u trenucima vršne potrošnje.
- brzo punjenje ne obezbeđuje drugu fazu punjenja baterija, što znači da ne može da zameni normalno ili polubrzno punjenje.

Zbog ovih problema, za očekivati je da će polubrzni punjači biti mnogo više zastupljeni od brzih punjača, i u domaćinstvima i na javnim lokacijama.

Postojanje i dostupnost brzih punjača igra i jednu važnu ulogu, a to je stvaranje pozitivnog psihološkog efekta na vozače elektro-automobila. Naime, zbog ograničenog dometa elektro-automobila često se kod vozača javlja tzv. "range anxiety". To je nervoza koja nastaje kao posledica razmišljanja o stanju baterije i mogućnosti da se ne stigne na željenu destinaciju. Slično se osećaju i vozači klasičnih automobila koji voze "na rezervi", a nisu sigurni da u blizini postoje benzinske stanice. Nekoliko dobro raspoređenih stanica za brzo punjenje u urbanim sredinama bi rešilo ovaj problem, a ne bi opteretilo lokalnu distributivnu mrežu, jer bi se ovi punjači uglavnom koristili u slučaju nužde.

Brzi punjači, zbog načina na koji su povezani sa mrežom, mogu imati i funkciju transfera energije iz baterije elektro-automobila u distributivnu mrežu.

3.2. Kontaktno punjenje

Prethodnom su prikazani nivoi snage povezani sa različitim načinima punjenja. Pored ovoga, mora se poznavati i konkretna infrastruktura za povezivanje vozila. Ovo je dovelo do definisanja metoda kontaktnog punjenja koje su sastavni deo međunarodnog standarda IEC 61851-1 [3].

Metoda 1 se odnosi na povezivanje automobila sa naizmničnom mrežom preko standardizovanog kućnog priključka koji obezbeđuje do 16 A. Kod ovog načina povezivanja mora se posebna pažnja obratiti na bezbednost. Ona u ovom slučaju u potpunosti zavisi od sigurnosnih mera koje su prisutne na instalaciji: moraju postojati odgovarajući osigurači, adekvatno uzemljenje i uređaj za zaštitu od diferencijala struje (FID sklopka). Ako dođe do nekog kvara na uzemljenju automobila, sa lošim uzemljenjem na instalaciji, samo dodirnuti automobil može biti jako opasano. U većini zemalja sve prethodno navedene mere zaštite su obavezne u novim instalacijama. Međutim, u dobrom delu starijih instalacija nedostaje uređaj za zaštitu od diferencijala struje. S obzirom da vozač teško može da ima predstavu da li ovaj uređaj prisutan ili ne, a ne zaboravljajući rizike koje njegovo odsustvo nosi, mnoge zemlje su zabranile ovakav način punjenja. U zemljama gde je ovakav način punjenja dozvoljen, sigurno je da će biti najzastupljeniji, jer omogućava punjenje bez ikakvih dodatnih ulaganja.

Metoda 2 omogućava povezivanje automobila sa mrežom preko standardnog kućnog priključka, kao i metoda 1. Glavna razlika je u tome što je na ovaj način ponuđen viši stepen zaštite, tako što je na kabel za povezivanje, dodata kontrolna kutija i kontrolni provodnik (slika 3). Uvođenje ove metode je posledica pre svega regulative u SAD, koja zahteva da u bilo kom procesu punjenja radnik ili korisnik bude maksimalno zaštićen. Glavni nedostatak predstavlja to što, iako štiti kabel i vozilo, ova metoda ne štiti samu utičnicu, koja, kako se pokazalo, najosetljivija na potencijalne kvarove.

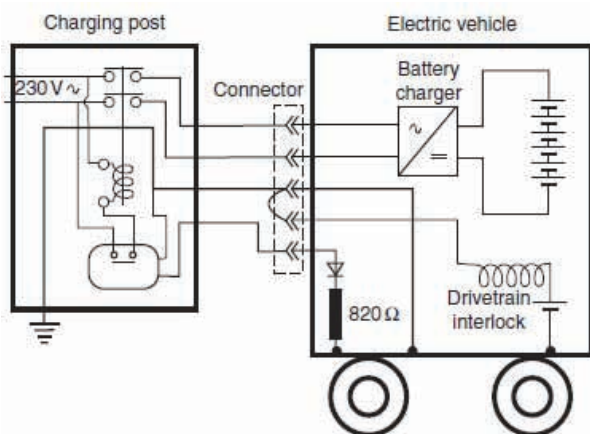


Slika 3. Kabel za punjenje metodom 2

Metoda 3 se, za razliku od metode 1 i 2 koje se koriste prilikom normalnog punjenja, koristi i za polubrzno punjenje. Ona precizira način povezivanja elektroautomobila i mreže pomoću specijalizovane opreme za punjenje. Ovo se odnosi na privatne i javne stanice za punjenje. Metoda 3 uvodi koncept tzv. "control pilot" zaštite između vozila i opreme za punjenje. Standard IEC 61851-1 predviđa da punjenje metodom 3 treba da obezbedi odgovarajuću zaštitu upotrebom "control pilot" uređaja. Ovaj uređaj mora da obezbedi sledeće:

- potvrdu da je vozilo pravilno priključeno na punjač
- stalnu proveru integriteta provodnika uzemljenja
- uključivanje i isključivanje sistema
- odabir brzine punjenja

Prvobitna verzija standarda je predviđala postojanje dodatnog provodnika u kablu za punjenje, pored provodnika faze(a), uzemljenja i neutralnog provodnika. Primer "control pilot" kola dat je na slici 4, koja prikazuje kako sistem funkcioniše. Mala struja se šalje kroz "control pilot" provodnik, koji sa šasijom vozila povezan preko otpornika. Struja se vraća do punjača preko provodnika uzemljenja. Kada ova struja pravilno poteče, kontaktor u punjaču se zatvara i proces punjenja počinje.



Slika 4. "Control pilot" kolo

Kada vozilo nije povezano sa punjačem, utičnica na punjaču je potpuno isključena. Ovo je bitna bezbednosna mera, pogotovo za javne stanice za punjenje. Snaga se predaje samo u slučaju kada je konektor kabla za punjenje pravilno priključen na utičnicu i kada je uspostavljeno kolo uzemljenja.

Prilikom priključenja utikača, kontakt uzemljenja se prvo se povezuje, dok se "control pilot" kontakt povezuje poslednji. Prilikom islučenja redosled je obrnut. Ova sekvenca, takođe, omogućava da se struja prekida na kontaktoru, a ne na kontaktima faza što eliminiše pojavu strujnih lukova i produžava životni vek i konektora i utičnice.

Upotreba "control pilot" zaštite zahteva postojanje "control pilot" provodnika, što znači da se moraju upotrebljavati specijalni kablovi za punjenje. Nova verzija standarda 61851-1 je uvela koncept "control pilot" funkcije. Ona treba da obezbedi sve predhodno navedene funkcije "control pilot"-a, ali bez korišćenja "control pilot" provodnika. Načini na koje se ovo može izvesti uključuju razne sisteme za bežičnu komunikaciju, kao i komunikaciju preko linija napajanja. Ovakav sistem, osim što može da obavi sve funkcije "control pilot"-a, može da prenosi i druge podatke, koji se mogu koristiti za "pametno" punjenje ili kod naplate utrošene energije. Primer punjača koji koristi ovu metodu dat je na slici 5.



Slika 5. Punjač (metoda 3) proizvođača „Pod Point“

Metoda 4 se odnosi na indirektno povezivanje vozila sa distributivnom mrežom korišćenjem spoljašnjeg punjača. Ovo se pre svega odnosi na stanice za punjenje jednosmernom strujom, koje se najčešće koriste za brzo punjenje. Kako se punjač nalazi van vozila, neophodno je da postoji linija za komunikaciju preko koje bi punjač mogao da dobije informacije o tipu i stanju baterije u vozilu, kako bi obezbedio odgovarajući napon i struju. Na slici 6 prikazan je jedna stanica za brzo punjenje.



Slika 6. Stanica za brzo punjenje proizvođača „Epyon“

3.3. Bezkontaktno-Induktivno punjenje

Induktivno punjenje je definisano kao transfer energije iz mreže prema automobilu elektromagnetnim putem, pomoću dvodelnog transformatora, čiji se primar nalazi na strani mreže, a sekundar je ugrađen u automobil. Uvođenje induktivnog načina punjenja je predloženo jer omogućava dosta viši nivo bezbednosti procesa punjenja. Bezkontaktni prenos energije, skoro u potpunosti eliminiše rizik od strujnog udara. Ipak, zbog znatno više cene i težine vozila, te zbog značajnog unapređenja bezbednosti kontaktnih sistema, induktivni sistemi se (za sada) vrlo retko koriste za punjenje elektro-automobila.

4. OPREMA ZA POVEZIVANJE

Povezivanje vozila sa stanicom za punjenje, prema standardu IEC 61851-1, može se izvršiti na tri načina:

- tip "A" - kabel i konektor su trajno vezani za vozilo. Ovo je najčešći način za povezivanje manjih vozila.
- tip "B" - kabel može da se otkači i povezuje se sa vozilom i punjačem preko konektora. Ovo je najčešći način povezivanja pilokom normalnog i polubrzo punjenja.
- tip "C" - kabel sa konektorom je trajno je povezan sa opremom za punjenje. Ovakva konfiguracija najčešća je kod stanica za brzo punjenje, da vozači ne bi nosili teške kablove koji su neophodni za ovaj način punjenja.

4.1. Standardna oprema

Za punjenje elektro-automobila metodom 1 i metodom 3 mogu se koristiti standardni konektori i utičnice, koji poseduju fazu, neutralni provodnik i uzemljenje. Ovakve utičnice poseduje velika većina domaćinstava i oni su deklarirani na 10-16 A. Treba imati na umu da ove kućne utičnice najčešće nisu prilagođene režimu rada kakav zahteva punjenje baterije elektro-automobila. Ovaj režim karakterišu:

- dugotrajan rad pri strujama bliskim maksimalno deklarisanim
- česta upotreba uz isključivanje pod opterećenjem (varničenje)
- izloženost spoljašnjim uticajima

Pri ovakvim uslovima eksploatacije, radni vek pomenute opreme bi bio drastično kraći. Zato je mnogo bolje rešenje upotreba standardnih industrijskih konektora i utičnica, koje su definisane standardom IEC 60309-2 (Slika 7) [4].



Slika 7. Monofazni konektor IEC 60309-2

4.2. Specijalizovana oprema

Upotreba "control pilot" provodnika donela je potrebu za pojavom specijalizovane opreme za povezivanje, koja bi se koristila samo sa elektro-automobilima. Ovakvi konektori i utičnice su opisani u međunarodnom standardu IEC 62196 [5]. Primer ovakvog konektora dat je na slici 8.



Slika 8. Trofazni konektor IEC 62196

5. ZAKLJUČAK

Budućnost elektro-automobila zavisi od nekoliko faktora, a jedan od najvažnijih predstavlja stepen razvoja i dostupnost infrastrukture za punjenje. Trenutni stepen razvoja omogućava kvalitetno punjenje svih baterija, koje su trenutno u upotrebi, a ubrzni rad u oblasti standardizacije omogućice korisnicima bezbednije i jednostavnije punjenje svuda u svetu.

6. LITERATURA

- [1] P. Van den Bosschen, „Electric Vehicle Charging Infrastructure“, *Electric and Hybrid Vehicles*, 2010
- [2] <http://www.mpoweruk.com/infrastructure.htm>
- [3] IEC TC 69 IS 61851-1:2010 Ed.2.0, „Electric Vehicle conductive charging system; Part 1: General requirements“, Geneve, 2010.
- [4] IEC 60309-2, Ed.4.2, „Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes - Part 2: Dimensional inter-changeability requirements for pin and contact-tube accessories“, Geneve, 2012.
- [5] IEC 62196 Ed.2, „Plugs, socket-outlets, vehicle couplers and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles“, Geneve, 2011.

Kratka biografija:



Siniša Satarić rođen je u Novom Sadu 1983. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je u junu 2012.god.



Vladimir Katić je doktorirao na Univerzitetu u Beogradu 1991. Redovni profesor Fakulteta tehničkih nauka je od 2002. za oblast Energetska elektronika, mašine i pogoni. Prodekan je FTN-a i šef katedre za energetsku elektroniku i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska elektronika, kvalitet električne energije i obnovljivi izvori električne energije.

UŠTEDA ENERGIJE KLIMA KOMORA PRIMENOM REKUPERATORA TOPLOTE

ENERGY SAVING OF AIR CHAMBERS USING HEAT RECUPERATOR

Miloš Mokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

2. REKUPERATORI TOPLOTE

Kratak sadržaj – U poslovnim zgradama klima komore su najveći potrošači električne energije, pa je optimizacija upravljanja klima komorama od velikog značaja za ostvarivanje uštede električne energije. U radu su prikazane mogućnosti uštede električne energije klima komora primenom rekuperatora toplote, u zavisnosti od stepena rekuperacije, koji se za pločaste rekuperatore kreće od 0.45 do 0.65.

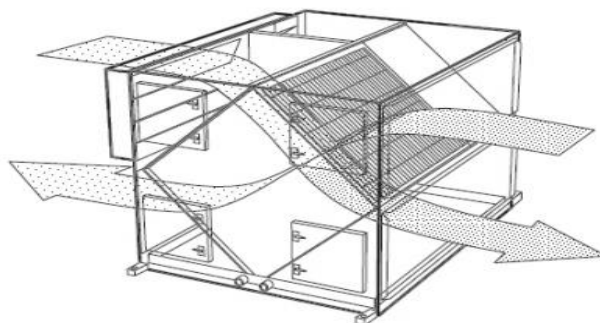
Abstract – In business building air chambers are the largest consumers of electricity, so the optimization of management of air chambers has great importance for the realization of energy saving. The work presents possibilities of energy saving of climate control chambers using heat recuperator, depending on the degree of recovery which goes, for the plate recuperators from 0.45 to 0.65.

Ključne reči: Klima komora, Rekuperator toplote, Stepen rekuperacije, Pločasti rekuperator.

1. UVOD

U novijoj ljudskoj istoriji jedan od najvećih problema je potrošnja električne energije [1]. Potrebe za električnom energijom rastu a zalihe neobnovljivih fosilnih i nuklearnih energetske izvora su sve manje. Zbog toga će sve zemlje biti primorane da koriste obnovljive izvore energije, čiji energetske potencijal je manji a samim tim će biti primorane da ostvare određene uštede energije. Svakodnevno se troše ogromne količine električne energije u svetu, a najveći potrošači energije su industrije širom sveta. U dobrim vremenskim uslovima poslovne zgrade troše više od 30% ukupne električne energije države, a oko 50% te energije se koristi u klima komorama [2]. Naravno, zbog tog razloga, uštedu energije ćemo tražiti baš na tome mestu. Smanjenje energetske potrošnje prilikom grejanja i hlađenja predstavlja ključ energetske uštede. Ovaj rad će se baviti uštedom prilikom hlađenja objekta u letnjem periodu kada u toku jednog dana prosečna temperatura iznosi 30°C. U takvim objektima se obično troše ogromne količine energije za hlađenje u letnjem periodu, pa je svaka ušteda od velikog značaja. Osnovni zadatak upravljanja klima komorom jeste obezbediti održavanje sobne temperature i kvaliteta vazduha na odgovarajućem nivou, a da se pri tome ostvari energetska ušteda.

Rekuperacija toplote vazduh-vazduh je proces iskorišćenja toplote vazdušne struje na nižoj temperaturi, tj. struje otpadnog vazduha, njenim predavanjem vazdušnoj struji na višoj temperaturi, tj. struji svežeg vazduha. Ovaj proces je bitan jer se njime postiže zadovoljavajući nivo kvaliteta unutrašnjeg vazduha uz značajnu uštedu energije i smanjenje troškova vezanih za njenu potrošnju. Rekuperatora toplote ima više vrsta [3]. Razlikuju se po konstrukciji, načinu rada, području primene, kapacitetu, efektivnosti i naravno - ceni. Vrlo često se upotrebljavaju pločasti rekuperatori toplote, ali se koriste i rotirajući, toplotne cevi, toplotne pumpe, sistemi sa cirkulacijom vode i drugi. Na osnovu tehnokonomske analize i razmatranja prednosti i nedostataka određenih sistema za rekuperaciju otpadne toplote odlučuje se da li će se ugraditi rekuperator i koji će sistem biti ugrađen. U ovom radu izabran je za razmatranje pločasti rekuperator toplote (Slika 1.).



Slika 1. Model pločastog rekuperatora toplote

Razlozi tome su: moguće je dostizanje visokih vrednosti efektivnosti, ASHRAE Standardi preporučuju do 65%, mada je moguće i više, ali veća efektivnost znači i veći gabarit, veće investicione i pogonske troškove. Mešanje struja fluida je potpuno onemogućeno, curenje je svedeno na minimum, nema pokretnih delova, nema dodatnih troškova za električne komponente, lako se instalira, itd. Postoji mnogo tipova pločastih rekuperatora toplote koj se međusobno razlikuju po konfiguraciji, veličini, materijalu načinu strujanja fluida itd. Struje vazduha mogu biti unakrsnog ili suprotnog toka, a odvojene su pomoću tankih ploča od aluminijuma ili nekog sintetičkog materijala. Ploče su na malim međusobnim rastojanjima od 2,5 do 12,5 mm, zavisno od konstrukcije i namene. Manja rastojanja znače veću površinu razmene toplote i veću efektivnost, za isti gabarit. Efikasnost rekuperatora se definiše na osnovu stepena rekuperacije toplote. Stepen rekuperacije na strani svežeg vazduha:

NAPOMENA:

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

$$N = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \quad (1)$$

Ili na strani otpadnog vazduha:

$$N = \frac{t_3 - t_4}{t_3 - t_1} \quad (2)$$

Gde su temperature vazduha:

t_1 - temperatura svežeg vazduha na ulazu u rekuperator

t_2 - temperatura svežeg vazduha na izlazu iz rekuperatora

t_3 - temperatura odvodnog vazduha iz prostorije

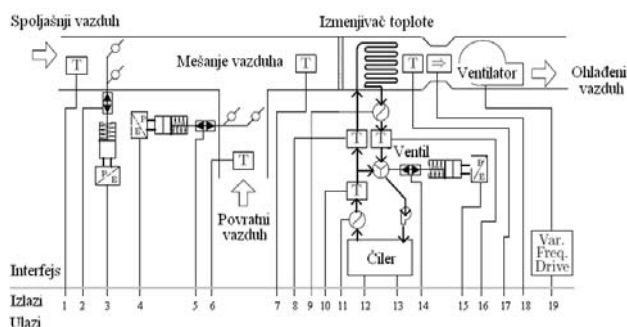
t_4 - temperatura otpadnog vazduh

Stepen rekuperacije zavisi od odnosa struja otpadnog i svežeg vazduha. Za podjednake struje vazduha iznosi od 0,45 do 0,65.

3. KLIMA KOMORA

3.1. Opis klima komore

Na slici 2. je prikazana klima komora koja se koristi kao referentna u ovom radu [4] i u potpunosti odgovara komercijalnim klima komorama. Konstruisana je tako da može da posluži i kao test model za verifikaciju performansi, sintezu i analizu projektovanih kontrolera. Ceo sistem podeljen je u dva osnovna podsistema i to podsistem protoka vazduha i podsistem protoka vode. Ova dva podsistema se 'odiruju' u izmenjivaču toplote, gdje se obavlja razmena toplotne energije između vode i vazduha. Osim izmenjivača toplote, sistem se sastoji od: dovodnih cevi kojima se doprema spoljašnji i povratni vazduh, ventilatora, trokrakog ventila, jednobrzinske pumpe, bloka za mešanje vazduha, čilera, žaluzina spoljnog vazduha, žaluzina povratnog vazduha i filtera vazduha. Ventil i žaluzine imaju i pneumatske elemente koji ih dovode u željeni položaj pod kontrolom upravljačkog signala. Upravljački signali se pretvaraju u pneumatske iz električnih upravljačkih signala sa kojima ćemo da kontrolišemo rad datog sistema.



Slika 2. Funkcionalna šema klima komore

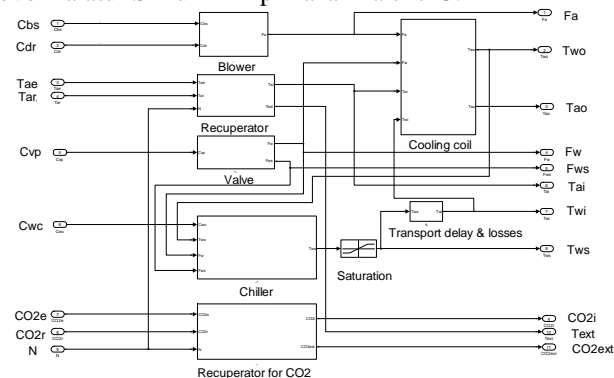
3.2. Princip rada klima komore sa rekuperatorom

U izmenjivaču toplote se spajaju podsistem protoka vazduha i podsistem protoka vode koji predstavlja cevi. Kroz njih protiče odgovarajuća količina hladne vode koja dolazi iz čilera da bi ohladila vazduh koji prolazi kroz izmenjivač toplote. Tako se vazduh oslobađa svoje toplotne energije koju preuzima voda. Takva voda se

vraća ka čileru gde se ponovo hladi, i tako se zatvara krug podsistema protoka vode. Pumpa obezbeđuje konstantan protok vode kroz čiler. Trokraki ventil obezbeđuje da se protok vode, koji izlazi iz čilera, podeli u dva smera. Jedan krak je put koji vodi hladnu vodu u izmenjivač, a drugi krak zaobilazi izmenjivač i vraća vodu pravo u čiler. Ventil može biti otvoren od 0% do 100%. Za vrednost signala od 100%, sva voda koja iziđe iz čilera se vodi na izmenjivač a krak koji zaobilazi izmenjivač je zatvoren, i obrnuto je za 0%. Ako senzor temperature vazduha koji se nalazi na izlazu iz izmenjivača, registruje vrednost veću od željene vrednosti, tada raste vrednost CVP signala za upravljanje otvorenosti ventila, što znači da se povećava protok hladne vode kroz izmenjivač i vazduh se hladi. U slučaju da registruje vrednost manju od željene vrednosti, opadaće vrednost CVP signala za upravljanje, a samim tim će se i povećavati temperatura. Osim senzora na izlazu iz izmenjivača, imamo i senzore temperature na ulazu u izmenjivač kao i senzore za temperaturu spoljnog vazduha i temperaturu povratnog vazduha. Svi senzori uz rekuperator, žaluzine, ventilator i filter čine podsistem protoka vazduha. Dva ulaza u rekuperator čine ulaz za spoljašnji vazduh i ulaz za povratni vazduh. Količinu propuštenog vazduha određuje položaj žaluzina koje se nalaze na oba pomenuta ulaza vazduha. Žaluzine su mehanički spregnute na taj način da koliko se otvori žaluzina jednog ulaza vazduha toliko se zatvori žaluzina drugog ulaza vazduha, i obrnuto. Time je omogućeno da se za upravljanje položajem žaluzina koristi jedan upravljački signal. U našem slučaju otvorenost žaluzina oba ulazna vazduha je jednaka. Posle rekuperatora, vazduh prolazi kroz filter za prečišćavanje vazduha, a potom kroz izmenjivač toplote, gdje se po potrebi hladi i ubacuje u objekat pomoću ventilatora.

4. MATEMATIČKI MODEL SISTEMA SA REKUPERATOROM

Simulacioni model klima komore sa rekuperatorom, koji je predhodno opisan je u potpunosti realizovan u Matlab-ovom alatu 'Simulink' i prikazan na slici 3.



Slika 3. Simulacioni model klima komore

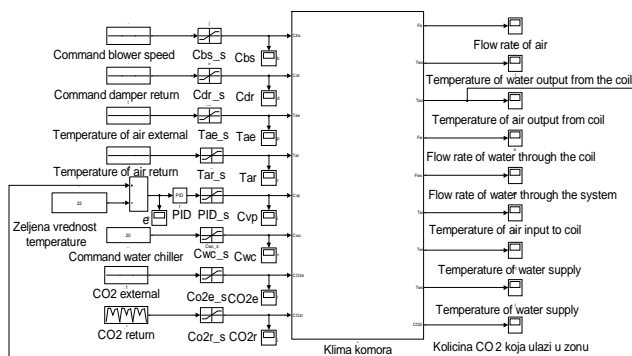
Razvoj simulacionog modela sistema, koji poseduje zadovoljavajuću tačnost i detaljnost, je od izuzetno velikog značaja. Praktično je ne moguće realizovati model koji će 100% predstavljati vernu sliku realnog fizičkog sistema, ali je postignuto ponašanje razvijenog modela blisko ponašanju realnog fizičkog sistema. Pokazalo se da su ponašanje i odziv ovoga modela, na eksperimentalne ulazne signale, veoma slični odzivima realnog fizičkog

sistema. Simulink model klima komore je podeljen u pet funkcionalnih podsistema: ventilator, čiler, ventil, rekuperator i izmenjivač toplote. Svaki podsistem je razvijen primenom modela svih komponenti koje sačinjavaju taj podsistem. Na taj način je povećana preglednost, a i ceo model je pojednostavljen.

5. SIMULACIJA

5.1. Simulacija klima komore bez rekuperatora

Simulacioni model klima komore bez rekuperatora je prikazan na slici 4.



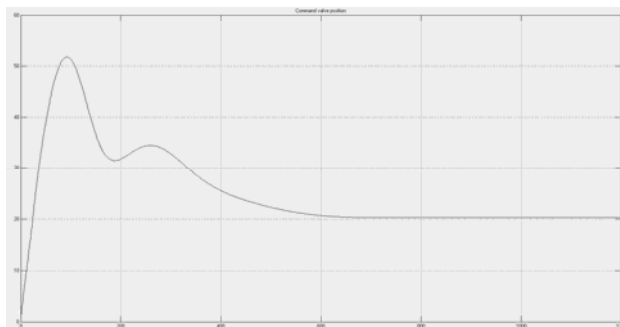
Slika 4. Simulacioni model klima komore bez rekuperatora

Veliki pravougaonik na simulacionom modelu klima komore predstavlja Simulink blok klima komore. Sa leve strane su mu dovedeni ulazni signali, a sa desne su izvedene izlazne vrednosti promenljivih iz modela. Ulazni signali su (posmatrano od vrha modela prema dnu): komandni signal za upravljanje ventilatorom, komandni signal za upravljanje žaluzinama, temperatura spoljnog vazduha, temperatura povratnog vazduha, komandni signal za upravljanje ventilom, komandni signal za upravljanje čilerom, koncentracija CO₂ u spoljnom vazduhu, koncentracija CO₂ u povratnom vazduhu. Trenutna vrednost temperature vazduha koji izlazi iz izmenjivača toplote i željena vrednost temperature iz tog istog izlaza se oduzimaju i dovode se kao greška na ulaze PID regulatora, koji na osnovu greške sa svog ulaza generiše komandni signal za upravljanje ventilom. Izlazi iz simulacionog modela su: količina vazduha koji ulazi u zonu, temperatura vode na izlazu izmenjivača, temperatura vazduha na izlazu izmenjivača, protok hladne vode kroz izmenjivač, protok hladne vode kroz ostatak sistema, temperatura vazduha na ulazu u izmenjivač, temperatura vode na ulazu u izmenjivač, temperatura vode na izlazu iz čilera, koncentracija CO₂ u vazduhu koji ulazi u objekat. Svi ulazi i izlazi se vode direktno na blokove (Scope) koji daju grafičku predstavu i omogućavaju da imamo uvid u stanje sistema u svakom trenutku. Da bi se uočilo ponašanje sistema, kao i sam efekat upravljanja i uštede električne energije primenom rekuperatora toplote, prvo ćemo simulirati ponašanje modela klima komore bez rekuperatora toplote. Posmatraćemo slučaj kada je žaluzina spoljnog vazduha potpuno otvorena. Tada ubacujemo samo vazduh spolja, a žaluzina povratnog vazduha će biti potpuno zatvorena jer su mehanički spregnute. Opseg vrednosti Cdr signala

predefinisani je u opseg od -1 do 0, i predstavlja otvorenost žaluzine spoljnog vazduha od 0% do 100%. Zbog toga, komandni signal za upravljanje žaluzinama Cdr postavljamo na nulu u simulacionom modelu sistema. Simulaciju ćemo vršiti za trajanje rada sistema od 5 minuta (300 sekundi). Vreme trajanja simulacije nećemo menjati ni prilikom upotrebe rekuperatora toplote, a ni vrednosti sledećih ulaznih signala se neće menjati:

- temperatura spoljnog vazduha = 30°C,
- temperatura povratnog vazduha = 24°C,

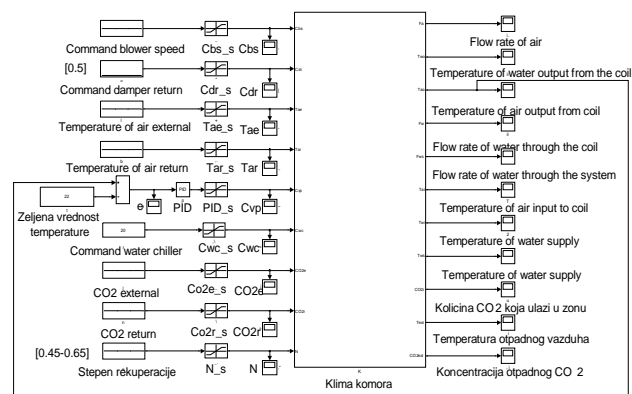
Rezultati simulacije sa ovako definisanim ulazima, bez primene rekuperatora toplote, nam govore da se radi o dobrom modelu jer dobijamo rešenja koja smo mogli i pretpostaviti. U objekat će se ubacivati samo svež vazduh. U tom slučaju čiler stalno hladi vazduh na ulazu izmenjivača, sa 30°C na 22°C, za šta troši dosta energije ali uspeva da održi zadatu 22°C. CVP signal je direktno proporcionalan potrošnji električne energije, tj. što imamo veću vrednost CVP signala, to je i potrošnja električne energije veća. Da bi kasnije uočili uštedu električne energije, pratićemo ponašanje CVP signala i prikazati grafik bez korišćenja rekuperatora toplote (Grafik 1.).



Grafik 1. CVP signal bez rekuperacije

5.2. Simulacija klima komore sa rekuperatorom

Simulacioni model klima komore sa rekuperatorom je prikazan na slici 5.



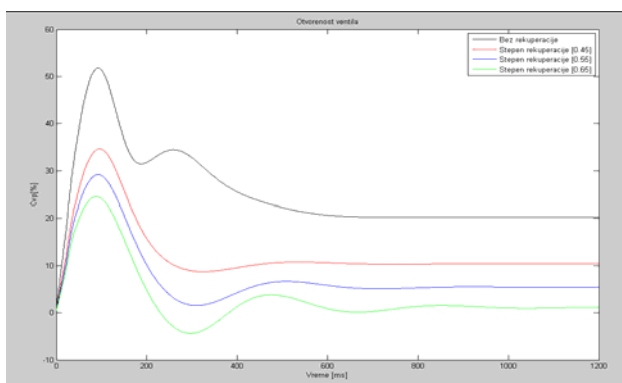
Slika 5. Simulacioni model klima komore sa rekuperatorom

U odnosu na simulacioni model klima komore bez rekuperatora, imamo jedan dodatni ulazni signal i dva dodatna izlazna signala. Kao ulazni signal imamo komandni signal stepena rekuperacije, a kao izlazne signale imamo: temperaturu otpadnog vazduha i koncentraciju CO₂ u otpadnom vazduhu. U zavisnosti od

položaja žaluzina propušta se odgovarajuća količina spoljašnjeg vazduha iz okruženja i povratnog vazduha koji je već bio u objektu. U našem slučaju, komandni signal za upravljanje žaluzinama je postavljen na 50%, odnosno u sistem ubacujemo istu količinu svežeg i povratnog vazduha. Zbog toga, osnovni uslov koji treba da zadovoljimo je:

- da težimo što manjem CVP-u, jer je ušteda energije veća što je CVP manji

Urađeno je više testiranja na datom modelu, ali za postizanje potpune slike, dovoljno je prikazati tri simulacije. Sve tri simulacije su rađene nad istim ulaznim parametrima koji su korišćeni prilikom simulacije bez rekuperacije toplote (Grafik 1.). Rešenja tražimo za tri proizvoljne vrednosti stepena rekuperacije (0.45, 0.55 i 0.65). Rezultati simuliranja prikazani su na (Grafik 2.)



Grafik 2. Uporedni prikaz rezultata dobijenih iz simulacija

Crnom bojom prikazan je signal Cvp bez rekuperacije. Vrednost Cvp signala je izlaz iz PID regulatora koji na svom ulazu dobija razliku između stvarne i željene vrednosti temperature vazduha koji izlazi iz izmenjivača toplote. Na osnovu podešenih parametara PID generiše upravljačke vrednosti koje se dovode kao ulaz u aktuator koji pokreće trokraki ventil. Crvenom bojom prikazan je Cvp signal sa stepenom rekuperacije od 0.45. Plavom bojom prikazan je Cvp signal sa stepenom rekuperacije od 0.55. Dok je zelenom bojom prikazan Cvp signal sa stepenom rekuperacije od 0.65. Cvp signal bez rekuperacije na prvom piku dolazi na vrednost 51% otvorenosti ventila, a upotrebom rekuperatora se vrednost prvog pika spusti na oko 35% otvorenosti ventila za stepen rekuperacije od 0.45, na oko 29% za stepen rekuperacije od 0.55, i na oko 25% za stepen rekuperacije od 0.65. Potom se vrednosti Cvp signala spuštaju na oko 10%, 5% i 1% otvorenosti ventila u proseku. Cvp signali se nalaze u intervalu od 1% do 10%, i u tom intervalu uspevaju da postignu odgovarajuću temperaturu na izlazu. Uzimajući u obzir da se bez rekuperacije toplote vrednost Cvp signala ustalila na 20% otvorenosti ventila, može se zaključiti da se sa intervalom vrednosti od 1% do 10% otvorenosti ventila postigla značajna ušteda, što se može primetiti sa Grafik 2.

6. ZAKLJUČAK

Tokom rada je opisana ideja sa kojom se želi postići efektivno upravljanje koje će nas voditi ka cilju, a to je već pomenuta ušteda električne energije. Da bi se došlo od postavke problema, pa do našeg pomenutog cilja, krenulo se od principске šeme jedne komercijalne klima komore često viđene u poslovnim zgradama. Nakon izvođenja simulacije nad matematičkim modelom, koji je izveden iz date principске šeme, i postavljenim simulacionim parametrima za topao letnji dan, utvrdili smo dobro ponašanje datog modela za sistem hlađenje. Zbog toga su model i dati parametri uzeti kao referentni i u daljem radu kompletno upravljanje je sprovedeno nad takvim modelom klima komore i predefinisanim parametrima. Na osnovu svega navedenog, došli smo do zaključka da se prilikom upotrebe rekuperatora toplote, uspeva uštedeti velika količina električne energije što nam je bio krajnji cilj. To potvrđuje da se apsolutno isplati uvesti ovakav vid klima komora.

Dalji rad u ovom pravcu mogao bi obuhvatiti i korišćenje pločastih rekuperatora čiji je stepen rekuperacije iznad 65%, ili sistem sa dva redno vezana pločasta rekuperatora. Ali veća efektivnost znači i veći gabarit, veće investicione i pogonske troškove.

7. LITERATURA

- [1] James M. Calm, (2002) "Emissions and environmental impacts from air-conditioning and refrigeration systems", International Journal of Refrigeration 25 293-305
- [2] ASHRAE. (1996). ASHRAE "Handbook—Fundamentals". Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [3] Dejan Petrović*, Gradimir Ilić**, (2002) - "Rekuperativni izmenjivači toplote i analiza povećanja energetske efikasnosti u klima-ventilacionim komorama", SZP "Zavarivač" Vranje – Služba projektovanja Niš, Mašinski fakultet u Nišu
- [4] Anderson M, Buehner M, Young P, Hittle D, Anderson C, Tu J, Hodgson D, (2007) "An experimental system for advanced heating, ventilating and air conditioning (HVAC) control". In: Energy and buildings

Kratka biografija:



Miloš Mokić rođen u Bijeljini 1983.god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2012 godine.

SIMULACIJA AKUSTIČKIH OSOBINA PROSTORIJE SIMULATION OF ACOUSTIC PROPERTIES OF ROOMS

Dragoslav Stojadinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj –U ovom radu predstavljeni su neki algoritmi za simulaciju prirodne reverberacije prostorije. To uključuje diskusiju o modelima reverberacije, perceptivnim efektima reverberacije, kao i subjektivnim i objektivnim merenjima reverberacije nekog prostora. Date su opšte informacije o akustici prostorija i impulsnom odzivu. Kako se reverberacija po svojim osobinama deli na rane refleksije i naknadnu reverberaciju (često se pod pojmom reverberacija misli na naknadnu reverberaciju), u skladu sa tim predstavljeni su algoritmi za simuliranje refleksija kao i algoritmi za simuliranje reverberacije. Opisani su načini da se aproksimira impulsni odziv prostorije na osnovu njene geometrije i izrade, i opisan je program koji je napravljen kao praktični deo realizacije ovog rada.

Abstract –This work describes some of algorithms for simulation of natural room reverberation. This includes the discussion of perceptive reverberation effects, as well as subjective and objective measures of room reverberation. Room acoustics and impulse response are briefly described. Since reverberation is physically and perceptually divided into early reflections and subsequent reverberation, there are some basics of reflection and reverberation simulation algorithms. There are also some ways of approximation of room impulse response, and software made as a practical part of the thesis is presented.

Ključne reči: akustika prostorije, impulsni odziv, reverberacija

1. UVOD

Najveći deo svog života čovek provodi u reverberantnim okruženjima. Zvuci koje čujemo neminovno su ispraćeni zakasnelim refleksijama koje dolaze sa raznih strana. Ove refleksije se obično ne čuju kao odvojeni zvukovi, već menjaju njegov čovekov zvuka utičući na jačinu, boju i prostorni doživljaj zvuka. Kasnije refleksije, često prisutne u reverberantnijim prostorima, formiraju pozadinski ambijentni zvuk koji se jasno može razlikovati od direktnog zvučnog signala. Prisustvo reverberacije je poželjno u slučajevima kada je u pitanju reprodukcija ili izvođenje muzike. Muzika bez reverberacije zvuči suvo i beživotno, a previše ili sa neodgovarajućom reverberacijom može da se čini „mutnom“ i nerazumljivom. važnost reverberacije rezultovala je stvaranjem veštačkih reverberatora. Ovi uređaji danas su

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Milan Sečujski, doc.

sveprisutni u polju muzičke produkcije, praktično svi zvuci koji danas mogu da se čuju na televiziji, radiju i snimljenim medijima imaju dodatu veštačku reverberaciju, a ovaj rad se bavi načinima simulacije prirodne reverberacije prostorije.

2. AKUSTIKA PROSTORIJE I IMPULSNI ODZIV

Sa stanovišta obrade signala, prostorija sa izvorima zvuka i slušaocima se posmatra kao sistem sa ulazima i izlazima, gde ulazni i izlazni signali odgovaraju akustičkim promenljivama u određenim tačkama prostorije. Na primer, posmatramo sistem sa po jednim tačkastim izvorom zvuka i slušaocem.

Ako uzmemo da je sistem linearan i vremenski nepromenljiv, njegova prenosna funkcija u potpunosti opisuje transformaciju zvučnog pritiska od izvora do slušaoca. Dakle, efekat prostorije može se simulirati konvolucijom ulaznog signala sa impulsnim odzivom prostorije za zadate pozicije izvora i slušaoca.

Prostorije često sadrže veliki broj izvora na različitim pozicijama i sa različitim usmerenjima, pri čemu svaki od njih daje nezavisni signal. Na primer, reverberacija u koncertnoj dvorani koju stvara simfonijski orkestar ne može se okarakterisati jedinstvenim impulsnim odzivom. Srećom, statistički gledano osobine kasnije reverberacije ne menjaju se bitno sa promenom pozicije. Dakle, impulsni odziv od tačke do tačke opisuje i kasniju reverberaciju, iako samo ranije refleksije zavise od pozicije i usmerenja izvora i prijemnika zvuka. Baš zahvaljujući različitim fizičkim i perceptivnim osobinama refleksija i reverberacije i imamo logičnu podelu impulsnog odziva na te delove.

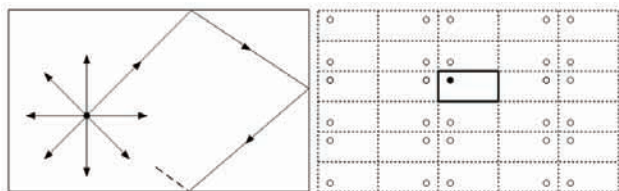


Slika 1. Impulsni odziv

2.1 Metode za određivanje impulsnog odziva

Postoje dve osnovne metode za određivanje impulsnog odziva: metoda praćenja zraka i metoda lika izvora. U slučaju metode praćenja zraka, kao izvor zvuka uzima se tačkasti izvor sa radijalnom emisijom, a zatim se za određivanje impulsnog odziva uzimaju u obzir dužine zraka i koeficijenti apsorpcije zidova, podova i plafona. Kada je u pitanju metoda lika, formiraju se likovi prostorije sa sekundarnim izvorima, koji dalje imaju svoje likove i sekundarne izvore. Za procenu impulsnog odziva prostorije uzimaju se svi izvori, sa odgovarajućim kašnjenjima i slabljenjima. U akustici se obe metode

koriste kako bi se ocenile akustičke osobine prostorije prilikom projektovanja koncertnih hala, pozorišta i sl. Na slici 2 grafički su predstavljene obe navedene metode. Pretpostavljeno je da su dimenzije reflektujućih površina u prostoriji velike upoređenju sa talasnom dužinom zvuka, tj. da su upadni i reflektujući ugao odbijanja zraka od površine jednaki, slično kao što se svetlost odbija od površine ogledala. Prilikom svakog odbijanja uzima se u obzir koeficijent apsorpcije date površine.



Slika 2. Metode za određivanje impulsnog odziva

2.2 Merenje impulsnog odziva

Merenje impulsnog odziva prostorije vrši se impulsnom pobudom. Impulsna pobuda predstavlja kratak zvučni signal velikog intenziteta, kao primer mogao bi se uzeti pucanj iz pištolja ili pucanje balona. Tipični signali za merenje su klikovi, čirpovi (eng. *chirp*, prostoperiodični signal rastuće frekvencije), kao i razni pseudo-slučajni signali. Klik signal omogućuje direktno merenje impulsnog odziva, ali daje veoma loš odnos signal/šum jer je energija signala relativno mala za dati maksimum amplitude. Čirp islučajni signali imaju veću energiju u datom maksimumu, i daju značajno bolji odnos signal/šum. Impulsni odziv dobija se dekonvoluiranjem snimljenog signala. Ulazni signali za merenje biraju se tako da omoguće lakše izvođenje dekonvolucije. Najbolji rezultati dobijaju se merenjem korišćenjem pseudo-slučajnih sekvenci kao izvora signala.

2.3 Simulacija impulsnog odziva

Problemu simulacije impulsnog odziva može se prići sa fizičke ili perceptivne tačke gledišta.

Cilj fizičkog pristupa simulaciji je simulacija širenja zvuka od izvora do slušaoca u datoj prostoriji. Gore navedeni opis navodi na očigledno rešenje – merenje impulsnog odziva prostorije, a nakon toga dobijanje reverberacije konvolucijom ulaznog signala sa impulsnim odzivom. U slučaju kada prostorija koja se simulira ne postoji, ideja je da se predvidi njen impulsni odziv na osnovu njenih fizičkih osobina. Ovo zahteva detaljne informacije o geometriji prostorije, osobinama svih površina u njoj, kao i poziciji i usmerenju izvora i prijemnika zvuka. Uz ove informacije, moguće je primenom zakona akustike koji se odnose na propagaciju zvuka i interakciju sa površinama predvideti na koji način će se u datom prostoru širiti zvuk. Po ovom principu, prvo se izračunaju impulsni odzivi za svaki par izvor-slušalac, a zatim se oni koriste kako bi se dobila reverberacija. Prednost ovakvog pristupa je direktna veza između fizičkih osobina prostorije i rezultujuće reverberacije. Međutim, ovaj pristup je računski vrlo zahtevan i relativno nefleksibilan. U poređenju sa drugim algoritimima, osim velike zahtevnosti konvolucije u realnom vremenu, ne postoji jednostavan način da se

ostvari parametrizovana kontrola karakteristika prostorije bez ponovnog preračunavanja velikog broja koeficijenata potrebnih FIR filtara.

Cilj perceptivnog pristupa je reprodukcija samo perceptivno istaknutijih osobina reverberacije. Pretpostavimo da se prostor svih percepcija reverberacije rasprostire na N nezavisnih dimenzija, koje odgovaraju nezavisno uočljivim atributima reverberacije. Ako se svaki uočljivi atribut može povezati sa fizičkom osobinom impulsnog odziva, tada možemo da pokušamo da konstruišemo digitalni filter sa N parametara koji reprodukuje upravo tih N atributa. Kako bismo simulirali reverberaciju određene prostorije, možemo izmeriti impulsni odziv, proceniti N parametara analiziranjem impulsnog odziva i zatim samo uneti procene parametara u neki „univerzalni“ reverberator. Ovakav reverberator trebalo bi da da reverberaciju bez uočljivih razlika od originalne, iako se impulsni odzivi u nekim tačkama mogu značajno razlikovati. Potencijalne prednosti ovakvog pristupa su sledeće:

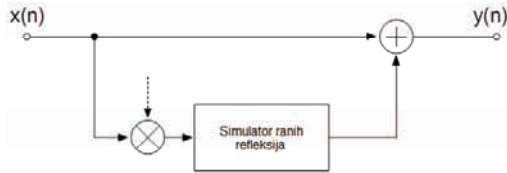
- Reverberacioni algoritmi mogu se bazirati na efikasnim filtrima beskonačnog odziva (IIR).
- Reverberacioni algoritmi će da obezbede kontrolu u realnom vremenu svih perceptivno bitnih parametara. Ovi parametri ne moraju da budu međusobno povezani, iako u realnim prostorijama obično jesu.
- Idealno, samo jedan algoritam dovoljan je da simulira sve reverberacije.

Jedna mana ove metode jeste što ne omogućuje jednostavnu promenu neke fizičke osobine simulirane prostorije. Perceptivni metod je metod koji se uglavnom koristi u dizajniranju reverberacionih algoritama, uz određene prepreke. Pre svega, postoji velika doza neslaganja oko toga koji su atributi važniji za percepciju reverberacije, i kako ih izmeriti u impulsnom odzivu. Drugo, teško je dizajnirati digitalne filtre koji reprodukuju ove atribute. Kao posledica, naglasak je stavljen na realizaciju reverberatora koji se perceptivno neprimetno razlikuju od realnih prostorija, bez obezbeđivanja reverberatora sa kompletnim setom nezavisnih parametara. U ovom radu koncentrisaćemo se na perceptivni metod, jer su rezultujući rekurzivni algoritmi praktičniji i korisniji.

3. REFLEKSIJE

Perceptivni efekti refleksija mogu se proučavati u pojednostavljenom sistemu koji se sastoji od direktnog zvuka i njegove prve zakasnele refleksije. Ovaj slučaj lako je reprodukovati i u neakustičnim prostorijama ili korišćenjem slušalica. Korišćenjem muzičkog signala, kada i direktni signal i prva refleksija dolaze do slušaoca frontalno, ikada je kašnjenje prve refleksije veće od oko 80 ms, refleksija će se čuti kao odvojeni eho direktnog signala ako je dovoljno glasna. Kako kašnjenje refleksija opada, refleksija i direktni signal se stapaju u jedan zvuk, ali sa tonalnom obojenošću koja nastaje usled međusobnog poništavanja ova dva signala u periodičnom skupu frekvencija. Refleksija takođe može da pojača intenzitet direktnog zvučnog signala. Pragovi kašnjenja i pojačanja zavise značajno od izvora zvuka koji se koristi. Kada refleksija dolazi lateralno (sa strane), ona snažno utiče na prostorni karakter zvuka. Za mala kašnjenja refleksije (< 5

ms), eho može da prividno pomeri izvor zvuka. Veća kašnjenja mogu da stvore iluziju o promeni veličine izvora, ili čak (u zavisnosti od frekvencija zvuka) da proizvedu osećaj da je slušalac okružen izvorom zvuka. Najčešće korišćen algoritam za simulaciju ranih refleksija je prikazan na slici 3. Signal pomnožen težinskim faktorom ulazi u sistem za simulaciju refleksija i zatim se dodaje ulaznom signalu. Prvih M refleksija dobijaju se kao izlazi iz simulatora refleksija uz množenje odgovarajućim težinskim faktorom g_i .



Slika 3. Simulacija ranih refleksija

Za računanje težinskih koeficijenata koji su parametri simulatora refleksija, koristi se proširena Krejvenova hipoteza, prema kojoj imamo:

$$g = \frac{d}{d'} e^{-r \cdot T_D} \quad (1)$$

$$T_D = \frac{d' - d}{c} \quad (2)$$

gde je d udaljenost posmatrača od izvora, d' udaljenost posmatrača od lika koji odgovara prvoj refleksiji, g odnos amplituda direktnog signala i prve refleksije, c brzina zvuka, a T_D relativno kašnjenje prve refleksije u odnosu na direktni signal. Dakle, bez refleksija ljudi ne bi bili u stanju da odrede udaljenost izvora zvuka.

Osim ovih formula simulator ranih refleksija koristi algoritam za određivanje zakašnjenja svih refleksija. Najpre se formira niz y , a zatim se članovi tog niza koriste za dobijanje kašnjenja svake od refleksija.

$$y_i = x_0 + ik \quad (3)$$

$$b = T_{min}^{1+p} \quad (4)$$

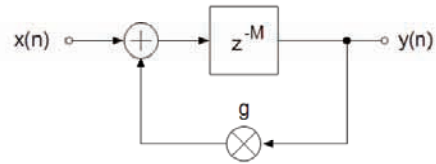
$$a = (T_{max} + T_{min})^{1+p} - b \quad (5)$$

$$T_i = (ay_i + b)^{1/(1+p)} \quad (6)$$

gde i uzima vrednosti od 0 do $M-1$, x_0 je početna vrednost, k je proizvoljna vrednost u intervalu $(0, 1]$, a p je faktor kojim možemo da povećamo gustinu refleksija.

4. REVERBERACIJA

Manfred Robert Šreder (Manfred Robert Schroeder) je realizovao prve softverske implementacije algoritama za simulaciju prostorije 1961. Osnov za simulaciju impulsnog odziva sa eksponencijalnim opadanjem bio je rekursivni češljasti (comb) filter koji je prikazan na slici 4.



Slika 4. Češljasti filter

Njegova prenosna funkcija data je sa

$$H(z) = \frac{z^{-M}}{1 - gz^{-M}} \quad (7)$$

$$H(z) = \sum_{k=0}^{M-1} \frac{A_k}{z - z_k} \quad (8)$$

$$A_k = \frac{z_k}{Mg} \quad (9)$$

$$z_k = re^{j2\pi k/M} \quad (10)$$

gde su A_k reziduumi a z_k polovi prenosne funkcije. Impulzni odziv dobija se inverznom Z transformacijom iz prenosne funkcije.

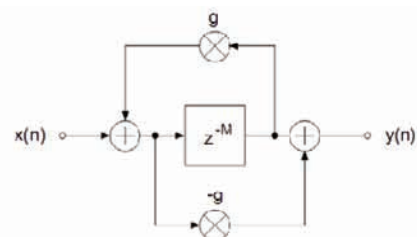
$$h(n) = \frac{u(n-1)}{Mg} r^n \sum_{k=0}^{M-1} e^{j\Omega_k n} \quad (11)$$

Nakon izvršene inverzne Z transformacije, impulzni odziv je moguće razložiti na sumu kosinusnih oscilacija sa frekvencijama Ω_k , gde ove frekvencije odgovaraju sopstvenim frekvencijama prostorije koje se računaju pomoću jednačine

$$f_e = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{l_z}\right)^2} \quad (12)$$

gde su n_x, n_y i n_z brojevi polutalasa u datim smerovima, l_x, l_y i l_z dimenzije prostorije, a c brzina zvuka. Zahvaljujući faktoru prigušenja r^n dobijamo da reverberacije opadaju eksponencijalno.

Prvobitni algoritam za simulaciju kasnije reverberacije bio je zasnovan na paralelnoj vezi češljastih filtera. Eksperimentalno je utvrđeno da izlaz ovakvog sistema ima neke mane, kao što su metalni prizvuk i klepetanje prilikom opadanja intenziteta zvuka. Zbog ovakvih problema uvedena su neka poboljšanja ovog algoritma. Prva ideja bila je dodavanje serijski vezanih all-pass filtera na red sa paralelno vezanim češljastim filterima. Drugi osnov Šrederovog algoritma je, dakle, all-pass filter, prikazan na narednoj slici.

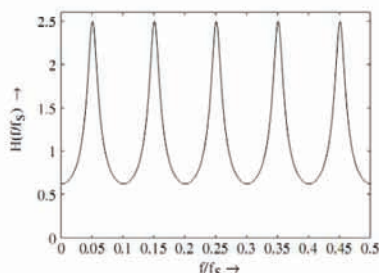


Slika 5. All-pass filter

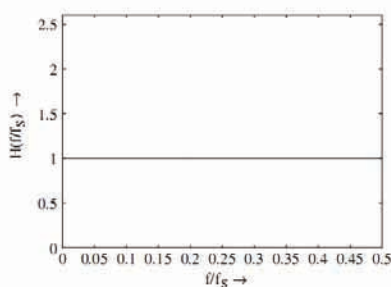
Njegova prenosna funkcija data je sa

$$H(z) = \frac{z^{-M} - g}{1 - gz^{-M}} \quad (13)$$

Iz (13) zaključujemo da se i njegov impulsni odziv može predstaviti kao suma kosinusnih oscilacija. All-pass filtri su povećali gustinu frekvencija dobijenog zvuka, što je doprinelo prirodnijem zvuku na izlazu sistema. Na slikama 6 i 7 date su frekvencijske karakteristike češljastih i all-pass filtara.



Slika 6. Frekvencijska karakteristika češljastog filtra



Slika 7. Frekvencijska karakteristika all-pass filtra

Dalja poboljšanja sistema moguća su finim podešavanjem polova all-pass filtara. Povećanjem gustine ovih polova dobijamo veću gustinu frekvencija, a smanjenjem vrednosti određenih polova možemo izbjeći nepravilne frekvencije koje se javljaju na izlazu. I dalje, međutim, rezultat koji dobijamo ima slične mane, samo značajno umanjene. Dalja poboljšanja dobijena su korišćenjem ugrađenih i apsorpcionih all-pass filtara.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljeni su neki algoritmi za dobijanju reverberacije u realnom vremenu. Najjednostavniji metod za simuliranje akustike prostorije jeste semplovanje impulsnog odziva prostorije i računanje reverberacije konvolucijom impulsnog odziva sa ulaznim signalom. Predstavljeni su načini za dobijanje impulsnog odziva prostorije. Dostupnost efikasnih algoritama za konvoluciju nultog kašnjenja čine ovaj metod održivim i konkurentnim za simuliranje osobina prostorije u realnom vremenu. Mana ovakvog metoda jeste nedostatak parametrizovane kontrole bitnijih karakteristika reverberacije. Ovo može biti problem kada se ovakvi sistemi koriste u interaktivnim virtuelnim okruženjima.

Reverberatori implementirani korišćenjem rekurzivnih filtara nude parametrizovanu kontrolu zahvaljujući malom broju koeficijenata filtara. Glavni zadatak prilikom dizajniranja efikasnog algoritma za reverberaciju koja će zvučati prirodno bio je da se izbegne neprijatna obojenost zvuka i klepetanje u opadanju intenziteta reverberacije. Danas je moguće dizajnirati reverberatore koji ne boje zvuk bez oslanjanja na čisto empirijske metode. Takođe, moguće je unapred specificirati vremensku krivu reverberatora, što omogućuje analitičko-sintetičke metode za dizajn reverberatora koje se koncentrišu na reprodukciju opadanja energije tražene prostorije. Interesantno je da se većina ideja zasniva na Šrederovom originalnom modelu, koji je sada gotovo četrdeset godina star.

Još uvek ima problema koje treba rešiti. Reprodukacija komplikovanijih reverberacionih vremenskih krivih zahteva korišćenje filtara visokog reda, a ovo je relativno skupo sa aspekta dostupnih resursa. Mnogi komercijalno dostupni reverberatori verovatno koriste vremenski promenljive algoritme za smanjenje tonalne obojenosti zvuka, ali proučavanje ovakvih algoritama je neobično malo zastupljeno u literaturi. Potreban je i razvoj opšte teorije tonalne obojenosti u reverberaciji koji bi objasnio zašto neki algoritmi zvuče dobro a neki ne. Proučavanje reverberacije bilo je plodno tle za mnoge akustičare, psihologe i elektro inženjere. Nesumnjivo će tako ostati i u budućnosti.

9. LITERATURA

- [1] U. Zolzer, „Digital Audio Signal Processing“, John Wiley & Sons Incorporated, Hamburg, 2008.
- [2] W. G. Gardner, „Reverberation Algorithms“, u M. Kahrs i K. Brandenburg (Ed.), „Applications of Digital Signal Processing to Audio and Acoustics“, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1998.
- [3] M. A. Gerzon, „The Design of Distance Panpots“, Proc. 92nd AES Convention, Preprint No. 3308, Beč, 1992.
- [4] H. Kuttruff, „Room Acoustics“, 3rd Edn, Elsevier Applied Sciences, London, 1991.
- [5] http://www.silcom.com/~aludwig/Room_acoustics.html

Kratkabiografija:



Dragoslav Stojadinović rođen u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Digitalna obrada signala odbranio je 2012.god.

**PRIMJENA TELEKOMUNIKACIONIH MREŽA U PODZEMNOM OKRUŽENJU
SA POSEBNIM OSVRTOM NA RUDNIKE****USE OF COMMUNICATION NETWORKS IN UNDERGROUND ENVIRONMENTS
WITH SPECIAL REFERENCE TO UNDERGROUND MINES**

Vladimir Krstić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad predstavlja pregled osnovnih vrsta telekomunikacionih mreža koje se koriste u podzemnim okruženjima. U njemu se navode osnovni zahtjevi koje komunikaciona mreža treba da zadovolji. Navedeni su specifični uslovi sredine koji otežavaju i ometaju komunikaciju. Posebno se razmatraju uslovi za prenos signala u podzemnim rudnicima. Diskutuju se prednosti i mane žičanih i bežičnih telekomunikacionih mreža. Na kraju se navode neki od savremenih komunikacionih sistema koji se upotrebljavaju u rudnicima.

Abstract – This paper presents an overview of the basic telecommunications networks that are used in underground environments. It lists the basic requirements that the network should fulfill. These are the specific environmental conditions that complicate and obstruct communication. In particular, it discusses the conditions for signal transmission in underground mines. It also discusses the advantages and disadvantages of wired and wireless networks. Finally, it mentions some of the modern communication systems used in underground mines.

Ključne riječi: Telekomunikacione mreže, podzemna okruženja, otežani uslovi prenosa signala, rudnici, bežične senzorske mreže

1. UVOD

Zbog svojih specifičnih karakteristika podzemna okruženja zahtijevaju primjenu efikasnih i pouzdanih telekomunikacionih mreža. Pored činjenice da same topološke karakteristike podzemnih okruženja ograničavaju mogućnosti komunikacionih sistema, na rad ovih sistema značajno utiču i akcidenti koji su česti u ovakvim sredinama: požari, odroni, urušavanje zidova, eksplozije izazvane prisustvom zapaljivih supstanci, visoka relativna vlažnost, poplave, visoka temperatura itd.

Zadatak komunikacione mreže jeste da omogući nesmetanu komunikaciju u toku rutinskih operacija vezanih za dato podzemno okruženje, u slučajevima hitnih situacija izazvanih nekom od navedenih nezgoda, te u operacijama spašavanja zaposlenog osoblja ili opreme [1].

Ovaj rad sadrži pregled karakteristika podzemnog okruženja koje utiču na rad telekomunikacione mreže kao i

efekata koje te karakteristike imaju na prenos signala. Posebno je napravljen osvrt na podzemne rudnike kao okruženja sa najvećim brojem karakteristika koje mogu ometati komunikaciju. Nakon toga su razmotrene prednosti i mane žičanih i bežičnih telekomunikacionih mreža, te je dat pregled najčešće korištenih mreža obje vrste.

2. OSOBINE PODZEMNOG OKRUŽENJA

Na rad telekomunikacione mreže u okruženju poput podzemnog može uticati mnoštvo faktora. Neuspjeh u komunikaciji mogu izazvati nepažljivo destruktivno djelovanje na mrežnu strukturu tokom normalnog funkcionisanja, kao i neke vanredne situacije. Neuspjehi se takođe mogu javiti i zbog greškama sklonog komunikacionog kanala u posebnom aplikacionom okruženju, te zbog degradacije kanala nakon akcidenta. Izraz komunikacioni kanal u ovom slučaju objedinjuje sve fizičke komponente sistema koje se nalaze između komunikacionih uređaja, uključujući i materijalni put koji signal mora preći.

2.1. Ekstremno slabljenje usljed apsorpcije signala i geometrijskog prostiranja

Signal koji se prenosi je oslabljen zbog apsorpcije u medijum kroz koji putuje, te zbog geometrijskog efekta širenja oblasti talasnog fronta kako se signal udaljava od predajnika. Oba ova efekta uzrokuju smanjenje snage signala sa udaljavanjem od predajnika. Zavisnost snage od udaljenosti je obrnuto proporcionalna sa eksponentom koji zavisi od materijalnih karakteristika medijuma i geometrije kanala.

2.2. Obimna višestruka propagacija i feding

Kada emitovani signal putuje višestrukim putanjama (tzv. multipath) do prijemnika (npr. pomoću refleksije od površina u okruženju), vrši se sabiranje na prijemnoj anteni. Ovaj zbir se nalazi u rasponu od maksimuma koji odgovara slučaju kada se svi pojedinačni signali saberu u fazi, do minimuma ili čak nule, što odgovara nekom otkazu. Slučajno sabiranje izaziva prostorne i vremenske fluktuacije u snazi signala koje se mijenjaju sa pozicijama predajnika i prijemnika, frekvencijom signala, kao i eventualnim kretanjem predajnika, prijemnika i reflektujućih površina (npr. vozila). Kada različite putanje imaju značajnu razliku u dužinama, onda se njima odgovarajući signali miješaju što dovodi do višestrukog fedinga i preklapanja u vremenu, a samim tim i do degradacije kvaliteta veze.

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

2.3. Brzo promjenljivi i vremenski-varijabilni kanali

Nagli pokreti komunikacione opreme kao i varijacije u kanalu mogu izazvati pomak Doplerovih frekvencija i nagle fluktuacije snage signala.

2.4. Veliko kašnjenje i velika varijansa kašnjenja

Ovo je prije svega izazov sa kojim se susreću komunikacioni uređaji koji prenose signale na velike daljine (npr. sateliti i kosmički komunikacioni uređaji), kao i uređaji za podvodnu komunikaciju gdje je propagacija zvuka oko 200 000 puta sporija nego kod EM talasa u vazduhu. Razlike u dužini efektivne putanje kao posljedica nehomogenosti materijala duž te putanje, mogu uzrokovati promjene u ukupnom vremenu propagacije i izazivaju velike razlike u kašnjenju za različite putanje.

2.5. Šum

Šum u komunikacionim sistemima, bez obzira da li je generisan spolja ili iznutra, smanjuje efektivnu osjetljivost sistema, a samim tim i njegov maksimalni domet. Neka okruženja u kojima npr. ima elektromotora velike snage, mogu imati izuzetno visok nivo buke koji smanjuje kvalitet radio komunikacija.

3. PODZEMNI RUDNICI

Podzemni rudnici su u opštem slučaju strukturno neuniformni sa mrežom međusobno povezanih tunela, usjeka, okana, stanica za prvu pomoć, izlaza u slučaju opasnosti, udubljenja itd. Neki od tunela sadrže šine i transportne trake. Zidovi su uglavnom grubi, a zemljane površine neravne. Mogu biti prisutne i regije sa akumuliranom vodom. Neki dijelovi zidova mogu biti ojačani učvršćenim drvenim rešetkama i metalnim gredama. Navešćemo osnovne karakteristike okruženja koje utiču na komunikaciju u rudnicima [2].

3.1. Dinamičke promjene u podzemnoj topologiji

Položaj i stanje zidova unutar rudnika se može kontinuirano mijenjati kao rezultat samog procesa vađenja rude.

3.2. Nestabilnost strukture rudnika

Dolazi do obrušavanja zidova u pojedinim zonama rudnika. Ovo može biti izazvano usljed seizmičkih aktivnosti ili usljed toga što neke tehnike vađenja rude to dozvoljavaju kako proces iskopavanja napreduje, a u tim zonama više nema osoblja niti rudarske opreme.

3.4. Ograničena linija vidljivosti (LOS-Line of Sight)

Postojanje linije vidljivosti između predajnika i prijemnika može značajno poboljšati komunikaciju jer u tom slučaju signal ne propagira kroz neki materijal niti putanja ima uglove (u oba slučaja dolazi do slabljenja), već to čini direktno. U slučaju rudnika, linija vidljivosti između predajnika i prijemnika često ne postoji zbog ortogonalnih tunela, potpornih stubova, blokiranih tunela i valovitosti podnog zemljišta.

3.5. Jonizovanje vazduha

Vatra generiše jonizovani vazduh koji se može ponašati kao plazma i na taj način ometati prostiranje elektromagnetskih talasa.

3.6. Velika vlažnost i toplota

Relativna vlažnost u podzemnim rudnicima je izuzetno visoka, najčešće preko 90% a temperatura je oko 28°C. To može nepovoljno uticati na uređaje koji čine komunikacioni sistem.

3.7. Opasni gasovi

Glavni sastojak zapaljivih gasova koji cure iz rudarskih kopova je metan. Kada koncentracija metana pređe kritičnu tačku, formira se zapaljiva smjesa i javlja se rizik od eksplozije gasa. Stoga je za smanjenje rizika od opasnih gasova neophodna stalna ventilacija. Međutim, u slučaju neke nezgode, dovod struje do rudarske opreme se najčešće isključuje, što potencijalno može dovesti do prestanka rada sistema za ventilaciju. Na taj način se povećava rizik od akumulacije opasnih gasova. Oprema koja se upotrebljava u rudnicima u većini zemalja mora imati potvrdu da ne može izazvati eksploziju u slučaju da u vazduhu postoji bilo koji nivo metana.

3.8. Efekat talasovoda

Na određenim frekvencijama tuneli rudnika mogu se ponašati kao talasovodi. U tom slučaju oni omogućavaju propagaciju sa relativno malim gubicima i ostvaruju širok opseg komunikacije.

3.9. Šum

Kanal kojim putuju elektromagnetski talasi se efektivno dijeli sa svim ostalim električnim sistemima u rudniku i to dovodi do pojave šuma. Električne mašine, strujni kablovi i druga rudarska oprema mogu u određenim frekvencijskim opsezima koje koriste podzemni komunikacioni sistemi generisati šum, i stoga mogu imati negativan uticaj na njihove performanse. I drugi nezavisni sistemi koji koriste bežične veze mogu doprinijeti stvaranju pozadinskog šuma. Neposredno nakon nezgode ili tokom perioda oporavka od iste, nivo šuma može biti redukovano zbog nestanka električne energije, ali mehanička spasilačka oprema i druga električna oprema mogu biti izvori dodatnog šuma.

4. VRSTE TELEKOMUNIKACIONIH MREŽA U RUDNICIMA

Komunikacione tehnike koje se koriste u rudnicima, mogu se podijeliti u tri grupe: TTW (Through-the-Wire), TTE (Through-the-Earth) i TTA (Through-the-Air). Ova podjela je izvršena prema medijumu kroz koji se prenosi signal [1, 3].

4.1. TTW (Through-the-Wire)

Ovo je slučaj kada je medijum kroz koji signal propagira žica. Kao i u slučaju komunikacionih mreža na površini, fiksna telekomunikaciona struktura u rudnicima može obavljati rutinsku komunikaciju. Signal se prenosi putem električnog provodnika koji može biti bakarna parica, koaksijalni kabl ili optičko vlakno. Kabl je prvenstveno namijenjen u druge svrhe, da dovodi struju električnim šinskim vozilima (tzv. trolama), ali može prenositi i signale. Glavni nedostatak ovakvih sistema jeste to što osoblje rudnika mora koristiti opremu koja je fizički vezana za kablove, dok je mobilnost komunikacione opreme jedan od važnijih zahtjeva u podzemnim

okruženjima. Postoje i hibridni sistemi poput onih koji koriste tzv. „leaky feeder”.

Iako su TTW sistemi zadovoljavajući za rutinsku komunikaciju, u slučaju nezgoda koje uključuju vatru, odrone zemlje, urušavanje zidova tunela, kablovi se vrlo lako mogu oštetiti. Razvijeno je nekoliko načina za njihovu zaštitu kao što su ukopavanje u zemlju, pohranjivanje u bušotine, redundantno kabliranje itd. [3] Ove metode su prilično skupe, čine samo održavanje težim i povećaju kompleksnost sistema.

Optički kablovi imaju prednost nad uobičajenim žičanim komunikacionim tehnologijama jer oni nisu podložni električnoj interferenciji i generalno imaju manje slabljenje signala sa udaljenošću.

4.2. TTA (Through-the-Air)

U ovom slučaju medijum predstavlja vazduh. TTA sistemi koriste bežične veze da omoguće mobilnu komunikaciju. Uslovi okruženja u rudnicima uglja i minerala predstavljaju jedinstven izazov za bežičnu komunikaciju. Jednostavan model bežičnog komunikacionog sistema čine predajnik koji generiše i šalje elektromagnetski signal, komunikacioni kanal kroz koji signal prolazi i prijemnik.

Nevezano za praktična ograničenja u dizajnu pokretnog predajnika i prijemnika, glavne teškoće u podzemnim bežičnim sistemima proizilaze iz karakteristika komunikacionog kanala i izvora šuma.

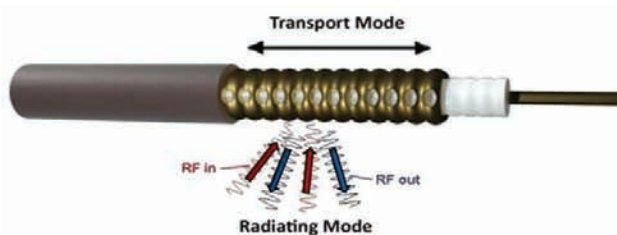
Materijal od koga se sastoje tuneli u rudniku ponaša se kao dielektrik, što omogućava da se tuneli ponašaju kao talasovodi sa relativno malim gubicima. Idealan talasovod ima karakterističnu frekvenciju koja se naziva „cutoff” frekvencija. Ispod ove frekvencije elektromagnetski talasi ne mogu da se prenose. Ova granična frekvencija zavisi od dimenzija presjeka tunela i kod rudnika se kreće od nekoliko desetina do par stotina MHz (npr. VHF opseg). Iznad „cutoff” frekvencije elektromagnetski talasi mogu propagirati određenim putanjama koje odgovaraju upadnim uglovima u odnosu na zidove tunela. Sa svakom refleksijom gubi se energija signala usljed rasipanja zbog nepravilnosti zidova kao i zbog prelamanja na granici sa okolnim materijalom. Gubici se povećavaju sa porastom frekvencije.

Talasovodi sa linijom vidljivosti mogu biti izuzetno efikasni na UHF frekvencijama. Najbolje su performanse zabilježene u rudnicima uglja na frekvencijama od oko 900 MHz u UHF opsegu i daljina na kojoj se ostvaruje komunikacije dostiže i do nekoliko stotina metara. Ispod „cutoff” frekvencije, prostiranje talasa nije moguće.

Komunikacija velikog dometa u rudnicima može se ostvariti i nekim hibridnim sistemima koji koriste i fiksnu TTW strukturu i kraće bežične veze. Jedan od takvih sistema koristi tzv. „leaky feeder” kablove (prikazan na slici 1.) koji su montirani u odabranim tunelima kao fiksna infrastruktura.

Ovi kablovi su konstruisani tako da omoguće srazmerno „curenje” signala iz kabla u okolinu i ulazak iz okoline u kabl. Oni obično rade na UHF frekvencijama.

MF (Medium Frequency) oprema spaja metalne provodnike i koristi ih kao medijum širokom opsega. Ova oprema ima manju prenosivost i glomaznija je u odnosu na UHF opremu.



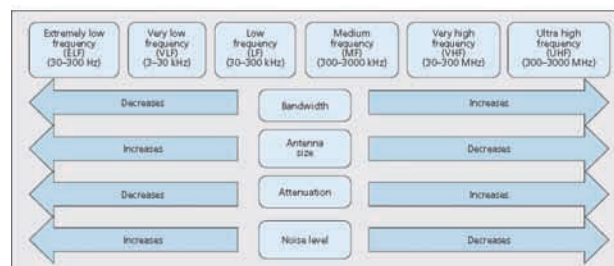
Slika 1. Leaky feeder kabl

Prednost joj je što u slučaju nezgode, svi neoštećeni provodnici mogu biti iskorisćeni da provode signal do blokiranih dijelova tunela.

Prirodnu nadogradnju na ove hibridne sisteme predstavljaju bežične mesh mreže. Njihova fleksibilnost, postojanje višestrukih putanja i mogućnost upotrebe u širokom spektru okruženja čini ih objektom aktivnih savremenih istraživanja.

4.3. TTE (Through-the-Earth)

Slabljenje elektromagnetskog signala prilikom propagacije kroz zemlju u velikoj mjeri zavisi od frekvencije. TTE komunikacioni sistemi tipično rade na frekvencijama između 90 Hz i 4 kHz i obično moraju koristiti velike „loop” antene. Na ovim frekvencijama nije moguće prenositi govor, već samo tekstualne poruke. Mogućnost direktne komunikacije sa uređajima na površini, bez zavisnosti od podzemne infrastrukture, čini TTE sisteme veoma važnim u hitnim slučajevima. Na slici 2. prikazana je zavisnost širine propusnog opsega, slabljenja, veličine antene i nivoa šuma od frekvencije.



Slika 2. Uticaj frekvencije rada uređaja

5. PREGLED SAVREMENIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

Na osnovu svega prethodno rečenog u ovom radu, postavlja se pitanje izbora telekomunikacione mreže i uređaja koji će je činiti. I komunikacija pomoću ožičenih uređaja kao i bežična komunikacija imaju svoje prednosti i mane [2, 3].

Komunikacija pomoću ožičenih uređaja je sasvim pouzdana tokom normalnih operacija u rudniku. Takođe, ovi uređaji su u opštem slučaju jeftini i vrlo lako se rukuje njima. Pored toga, oni imaju i nekoliko značajnih nedostataka. Žice su prilično osjetljive na razne vrste mogućih nezgoda.

Male nesavršenosti u njihovom projektovanju mogu izazvati varničenje i plamen što je u rudnicima izuzetno opasno. Komunikaciju nije moguće uspostaviti sa bilo koje tačke već samo sa one sa koje to dozvoljava žičana infrastruktura. Ožičavanjem uređaja ograničava se njihova pokretljivost.

Bežične telekomunikacione mreže imaju daleko veću fleksibilnost. Pokretljivost uređaja je znatno veća. Međutim, prenos signala je ograničen topološkim i drugim karakteristikama podzemnog okruženja. Kvarovi su mogući usljed eksplozija ili požara. Na slici 3. prikazan je pregled dobrih i loših osobina nekih komunikacionih uređaja. Neki od njih će biti ukratko predstavljani u ovom radu.

Name	Type	Advantages	Disadvantages
Telephones	TTW	Easy operation	Vulnerable to damage from roof falls, mine fires, and explosions
Pager phones	TTW + TTA	Cheap, simple operation	One-way
Trolley phones	TTW	Fixed/mobile — can provide communication to all rail haulage vehicles	Limited coverage, constant vibration, warm, humid, and dusty conditions; interference from electrical machinery
Hoist phones	TTW	Simple operation	Limited to communication between the hoist cage and surface/underground stations
Walkie-talkie	TTA	Wireless communication; portable; two-way, can connect to nearby communication infrastructure (e.g., leaky feeder)	Generally poor range but may have good LOS performance

Slika 3. Prikaz komunikacionih uređaja

5.1. Telefoni, Pager i Trolley telefoni

U prvom slučaju se radi o konvencionalnim telefonskim sistemima. Imaju veoma široku upotrebu, robusni su, ostvaruju multipleks preko jednog para žica i interfejs sa javnom telefonskom mrežom.

Pager telefoni takođe koriste jedan par žica, imaju megafone za tzv. „paging” pozive, rade kao dvojni priključak i napajaju se pomoću baterije.

Trolley telefoni su jedinstveni za rudarstvo. Još uvijek su u širokoj upotrebi sa otpremnim kolicima i trolama. Rade na frekvencijama 60-140 kHz, koristeći uzak FM opseg.

5.2. Walkie Talkie

Walkie Talkie je ručni, prenosivi, dvosmjerni radio primopredajnik. Radi na UHF frekvencijama. Za potpunu pokrivenost rudnika zahtjeva „leaky feeder” kablove.

5.3. RFID (Radio-Frequency Identification) tagovi

RFID tehnologija je tehnologija koja koristi male elektronske uređaje-tagove. Tagovi pomoću bežičnih veza komuniciraju sa primopredajnicima ili čitačima. Ovi sistemi se koriste za praćenje osoblja ili opreme u rudnicima. Npr. rudari nose sa sobom RFID tagove, dok su čitači raspoređeni širom rudnika. Kada rudar sa tagom uđe u oblast koju pokriva određeni čitač, tag se identifikuje i informacija se šalje kontrolnom centru.

Pored ovih komunikacionih sistema, u rudnicima su zastupljene i neki sistemi koji nisu tipični samo za ovakva okruženja. Komunikaciju je u nekim slučajevima moguće uspostaviti i pomoću mobilnih telefona, WiFi tehnologije, VoIP-a, Ethernet-a, bežičnih mesh mreža itd.

5.4. Bežične senzorske mreže (Wireless Sensor Networks)

WSN su namjenske mreže, sastavljene od velikog broja resursno ograničenih uređaja, zvanih motovi. Postavljanjem velikog broja motova na nekom prostoru, moguće je sakupljati informacije i pratiti različite pojave preko senzora (npr. temperaturu, pritisak, svjetlost, vlažnost vazduha itd). Motovi predstavljaju čvorove bežične senzorske mreže. Sastavni dijelovi svakog mota su: procesor, radio primopredajnik, senzorska ploča, fleš memorija i napajanje. Zbog svoje ekonomske isplativosti i dobrih performansi, ove mreže se sve više upotrebljavaju u rudnicima. Poznato je nekoliko studija i istraživanja, kao i već gotovih sistema zasnovanih na upotrebi senzora i bežičnih senzorskih mreža.

Proučava se primjena Crossbow Mica2 motova u rudnicima uglja u Kini, zatim upotreba UWB (Ultra Wide Band) signala u sprezi sa bežičnim senzorskim mrežama, razvijeni su Fire Fly i SASA sistemi itd.

Fire Fly je nova senzorska hardverska platforma za praćenje i glasovnu komunikaciju u rudnicima, bazirana na tzv. „cross-layer” rješenju.

SASA (Structure-Aware-Self-Adaptive) sistem je komunikacioni sistem za brzu detekciju strukturnih varijacija izazvanih nezgodama u rudnicima. Prototip je realizovan sa 27 Mica2 motova.

7. LITERATURA

- [1] P. Misra, S. Kanhere, D. Ostry, S. Jha „*Safety Assurance and Rescue Communication Systems in High-Stress Environments: A Mining Case Study*“, IEEE Communications Magazine, April 2010.
- [2] L.K. Badyopadhyay, S.K. Chaulya, P.K. Misra „*Wireless Communication in Underground Mines*“, Springer 2010.
- [3] W.H. Shiffbauer, J.F. Brune „*Underground Coal Mine for Emergencies and Everyday Operation*“, NIOSH Pittsburgh Research Laboratory

Kratka biografija:



Vladimir Krstić rođen je 1983. godine u Tuzli, opština Tuzla, Bosna i Hercegovina. Osnovnu školu i Gimnaziju "Filip Višnjić" završio u Bijeljini. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike – Telekomunikacione mreže u podzemnom okruženju sa posebnim osvrtom na rudnike odbranio 2012. godine.

JEDNO REŠENJE PROGRAMSKE PODRŠKE RUKOVAOCA APLIKACIJAMA ZA LIČNI VIDEO REKORDER U DIGITALNOJ TELEVIZIJI

Saša Mudri, *Fakultet tehničkih nauka*, Novi Sad, Srbija, sasa.mudri@rt-rk.com

Tomislav Maruna, *RT-RK Computer Based Systems*, Novi Sad, Srbija, tomislav.maruna@rt-rk.com

Nikola Smiljković, *RT-RK Computer Based Systems*, Novi Sad, Srbija, nikola.smiljkovic@rt-rk.com

Ilija Bašičević, *Fakultet tehničkih nauka*, Novi Sad, Srbija, ilija.basicevic@rt-rk.com

Mario Radonjić, *RT-RK Computer Based Systems*, Novi Sad, Srbija, mario.radonjic@rt-rk.com

Sadržaj – U ovom radu je prikazan opis realizovane programske podrške za lični video rekorder u digitalnoj televiziji. Rad sadrži opis opšte arhitekture PVR sistema, kao i strukture PVR modula kojim je proširen aplikativni sloj programske podrške televizijskog sistema. Opisani su korišćeni delovi Comedia programske podrške za digitalnu televiziju kao i programska podrška rukovaocu aplikacijama za lični video rekorder. Predstavljene su osnovne funkcije ličnog video rekordera: snimanje, reprodukcija i odloženo gledanje i izvršeno je njihovo ispitivanje. Dati su pravci budućeg razvoja sistema koji se oslanja na korišćenje jedinstvenih identifikatora sadržaja, da bi se povećala preciznost snimanja kod vremenske devijacije emitovanja, uklonile reklame, prepoznao reprizni sadržaj itd.

1. UVOD

Televizija zasigurno predstavlja jedan od najznačajnijih masovnih medija današnjice. Tako je bilo i u prošlosti od prvih pojavnih oblika kućnih aparata – televizora. Od tada, pa do danas, postoji jasna potreba za snimanjem i reprodukcijom sadržaja emitovanog putem televizije.

Sa pojavom digitalne televizije, mogućnosti manipulacije snimanja i reprodukcije televizijskog sadržaja su porasle. Može se reći da je sa pojavom digitalnih video rekordera (eng. *Digital Video Recorder*) krajem prošlog veka [1] započela revolucija u načinu manipulacije televizijskim sadržajima koja je u mnogome promenila koncept same televizije. Profilisanjem digitalnih video rekordera u lične video rekordere (eng. *Personal Video Recorder*) postalo je moguće zakazivanje snimanja emisija, serija, filmova na osnovu elektronskog programskog vodiča (eng. *Electronic Program Guide*, u daljem tekstu EPG), programiranje rekordera u smislu preskakanja snimanja reklama, reprodukcija izabranih omiljenih scena i tako dalje. Stoga se može reći da se televizija danas nalazi pred velikim izazovom koji će je zasigurno učiniti drugačijom od onakve kakvu je danas poznajemo.

U okviru ovog rada je prikazana arhitektura sistema koji omogućava realizaciju pomenutih funkcionalnosti. Takođe, realizovana je, i ispitana programska podrška rukovaocu aplikacijama za lični video rekorder.

2. OPIS FUNKCIONALNOSTI

Funkcionalnost sistema za lični video rekorder (eng. *Personal Video Recorder*, u daljem tekstu PVR) je opisana u standardu pod oznakom **ETSI TS 102 816** koji predstavlja deo grupe standarda za digitalnu televiziju – DVB (eng. *Digital Video Broadcasting*) [2]. U velikoj meri se oslanja na standard pod oznakom **ETSI EN 300 468** koji je, takođe, deo DVB standarda i opisuje način prenosa servisnih informacija kroz digitalni tok podataka [3].

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Saše Mudrija. Mentor je bio prof. dr Željen Trpovski.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Banja Vrućca, juni 2011.

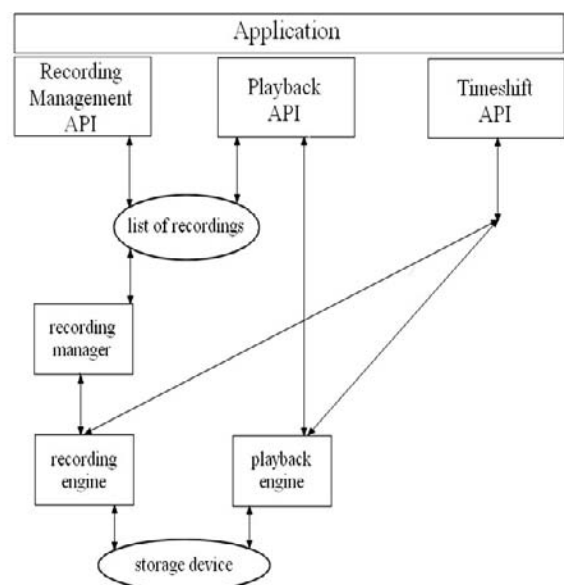
Osnovne odlike ličnog video rekordera jesu **snimanje, reprodukcija i odloženo gledanje** (eng. *timeshift*).

Snimanje predstavlja skladištenje digitalnog toka podataka na neki od masovnih medija u obliku zvuka, slike i drugih komponenti kao što su teletekst, prevod ili informacije koje opisuju događaje u vezi sa sadržajem koji se snima. Takođe, snimanjem se vrši skladištenje informacija o vremenskim odrednicama iz digitalnog toka podataka koje služe, između ostalog, i za premotavanje snimljenog sadržaja pri reprodukciji.

Reprodukcija snimljenog sadržaja mora da bude verodostojan prikaz televizijskog servisa u smislu kvaliteta njegovih komponenti – zvuka, slike, teleteksta i prevoda i u smislu sinhronizacije njihovog predstavljanja. Mogućnosti koje aplikacija mora da pruži u smislu upravljanja reprodukcijom jesu pauziranje, premotavanje unapred i unazad kao i traženje određenih sekvenci na osnovu vremenskih odrednica.

Odloženo gledanje predstavlja istovremeno izvođenje snimanja i reprodukcije digitalnog toka sadržaja u cilju dobijanja odloženog emitovanja servisa. Pretpostavlja se da ima sve odlike snimanja i reprodukcije opisane u prethodnim pasusima. Omogućuje pauziranje servisa koji se emituje uživo i mogućnost kasnije reprodukcije. Takođe, mora da omogući reprodukciju snimljenog sadržaja na način koji je istovetan njegovom originalnom emitovanju.

Arhitektura PVR sistema je data na slici 1.



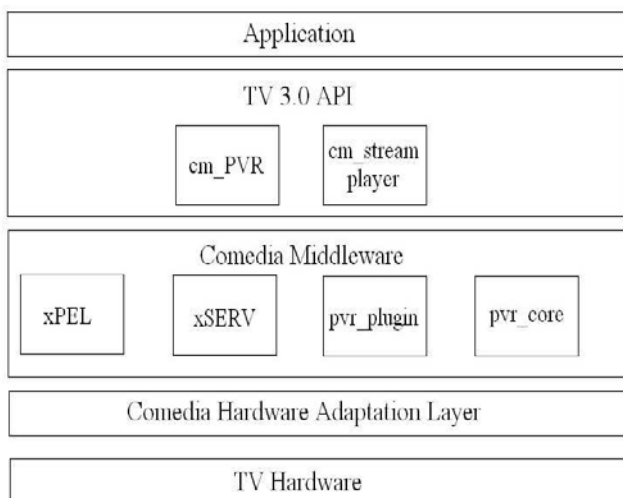
Slika 1. Arhitektura PVR sistema

Za svaku od navedenih odlika (snimanje, reprodukcija, odloženo gledanje) postoji odgovarajuća programska podrška u rukovaocu aplikacijama. Upravljanje snimanjem i

postojećom listom snimaka vrše korisnik i blok pod nazivom *recording manager*, čiji nivo kvaliteta nesumnjivo određuje nivo kvaliteta samog PVR sistema. Takođe, treba primetiti da se u modu odloženog gledanja koriste delovi arhitekture za snimanje i reprodukciju (*recording engine* i *playback engine*).

3. REALIZACIJA PVR SISTEMA

Postoji veliki broj načina pomoću kojih se može realizovati jedan PVR sistem. Programaska podrška TV prijemnika dostupna autoru bila je *Comedia* programaska podrška proizvođača iWedia [4]. Iz tog razloga, opis funkcionalnosti PVR sistema i praktični deo ovog rada će biti bazirani na tom modulu. Na slici 2. je prikazana arhitektura PVR sistema u *Comedia* programskoj podršci.



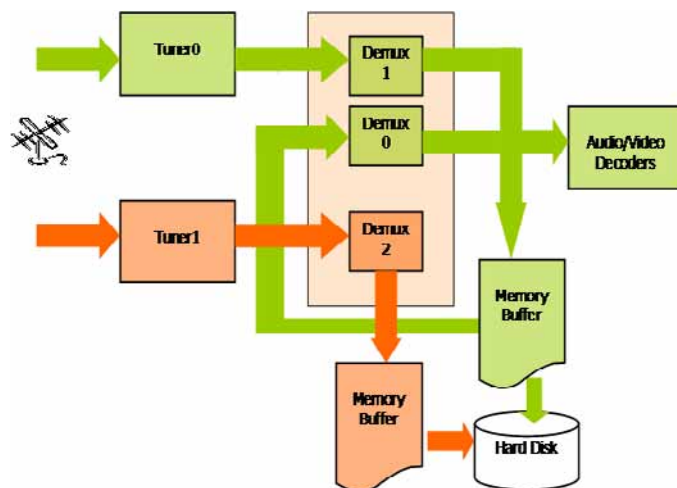
Slika 2. Arhitektura PVR sistema u *Comedia* programskoj podršci TV prijemnika

Programaska podrška rukovaoca aplikacijama TV 3.0 omogućuje posve jednostavan pristup aplikacije *Comedia* programskoj podršci i biće detaljnije objašnjena u sledećem poglavlju.

Najvažniji deo implementacije predstavlja sloj *Comedia Middleware*. Upravljanje snimanjem TV servisa, odloženim gledanjem i listama snimljenih servisa vrši xPEL modul. Zajedno sa xSERV modulom predstavlja osnovnu logiku, kako PVR, tako i celog TV sistema. Takođe, omogućava programabilno snimanje servisa pomoću ugrađenih vremenskih brojača (u formatu vreme, datum, godina) ili na osnovu EPG informacija.

Realizaciju nižeg nivoa programske podrške TV prijemnika čine moduli pvr_plugin i pvr_core. Ovi moduli predstavljaju spregu sa adaptacionim slojem programske podrške TV prijemnika (eng. *Comedia Hardware Adaptation Layer*, u daljem tekstu CHAL). Omogućavaju instalaciju, kominikaciju i sve vrste standardnih operacija nad medijima koji se koriste za skladištenje podataka. Takođe, formiraju unapred utvrđen opis snimljenih servisa u svrhu lakšeg manipulisanja istim (čitanje, sortiranje i sl.).

CHAL sloj arhitekture PVR sistema predstavlja spregu *Comedia* programske podrške i rukovaocima programske podrške fizičkoj arhitekturi prijemnika. Jedan od načina realizacije je prikazan na slici 3.



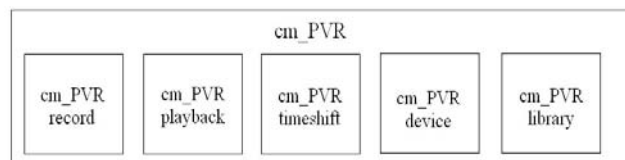
Slika 3. Primer realizacije PVR sistema u CHAL sloju

Dat je primer pri kojem se vrši emitovanje i snimanje jednog servisa i istovremeno snimanje drugog servisa. Ovakva konstrukcija omogućava maksimalno iskorišćenje platformi koje raspolažu sa dva birača kanala i mogućnosti kreiranja više instanci demultipleksera. Na ovaj način se omogućava korisniku da na fleksibilan način organizuje snimanje željenih servisa. Reprodukcija i odloženo gledanje nekog servisa se takođe mogu izvoditi dok u pozadini teče snimanje drugog servisa. Može se primetiti da emitovanje servisa uživo kod ovakvog PVR sistema predstavlja, zapravo, *timeshift* bez kašnjenja.

4. REALIZACIJA

Tokom upoznavanja sa *Comedia* slojem arhitekture PVR sistema, došlo se do zaključka da nepostojanje odgovarajuće programske podrške rukovaoca aplikacijama predstavlja veliki problem u smislu korišćenja različitih dostupnih alata za kreiranje aplikacija. Bilo je potrebno mnogo više truda od očekivanog da bi se dobila stabilna aplikacija dok je fleksibilnost korišćenja modernih alata za kreiranje aplikacija je bila minimalna. Stoga, logičan izbor je bio da se otklone ovakvi nedostaci, pa je počeo rad na realizaciji programske podrške rukovaoca aplikacijama, TV 3.0.

Praktični deo ovog rada je obuhvatao osmišljavanje i realizaciju jednog modula TV 3.0 sloja pod nazivom cm_PVR. Uloga ovog modula jeste omogućavanje fleksibilnog i jednostavnog rukovanja pri kreiranju aplikacije PVR sistema. Na slici 4. Prikazana je struktura cm_PVR modula.



Slika 4. Struktura cm_PVR modula

Sa slike se vidi da se modul *cm_PVR* sastoji iz više delova koji predstavljaju logičke celine jednog PVR sistema. To su *record*, *playback*, *timeshift*, *device* i *library*.

cm_PVR_record obezbeđuje jednostavnu spregu aplikativnog sloja i sloja programske podrške *Comedia* u smislu mogućnosti vezanih za snimanje emitovanih digitalnih TV servisa. Neke od funkcionalnosti koje ovaj modul podržava su:

- pokretanje snimanja servisa na korisnikov zahtev (*one touch recording – red button*)
- pauziranje snimanja servisa (*pause*)
- stopiranje snimanja servisa (*stop*)
- zakazivanje snimanja servisa na osnovu programabilnih vremenskih brojača
- zakazivanje snimanja servisa na osnovu EPG informacija
- rešavanje konflikata između više zakazanih snimanja servisa

cm_PVR_playback obezbeđuje jednostavnu spregu aplikativnog sloja i sloja programske podrške *Comedia* u smislu mogućnosti vezanih za reprodukciju snimljenih servisa. Neke od funkcionalnosti koje ovaj modul podržava su:

- pokretanje reprodukcije servisa (*play*)
- pauziranje reprodukcije servisa (*pause*)
- stopiranje reprodukcije servisa (*stop*)
- premotavanje servisa unapred (*fast forward*)
- premotavanje servisa u nazad (*rewind*)
- odabir željene pozicije servisa u vremenskom domenu (*jump*)

cm_PVR_timeshift obezbeđuje jednostavnu spregu aplikativnog sloja i *Comedia* sloja programske podrške u smislu mogućnosti vezanih za odloženo emitovanje izabranog TV servisa. Neke od funkcionalnosti koje ovaj modul podržava su:

- pauziranje emitovanja servisa (*pause*)
- nastavak emitovanja servisa od trenutka i pozicije prethodno definisanih pauziranjem (*pause – play*)
- stopiranje odloženog emitovanja servisa (*stop*)
- premotavanje emitovanja servisa unapred (*fast forward*)
- premotavanje emitovanja servisa unazad (*rewind*)
- odabir željene pozicije emitovanja servisa u vremenskom domenu (*jump*)
- odabir tipa i veličine memorijskog bafera koji se koristi pri operaciji odloženog gledanja

cm_PVR_library obezbeđuje jednostavnu spregu aplikativnog sloja i *Comedia* sloja programske podrške u smislu mogućnosti vezanih za upravljanje i manipulaciju snimljenih servisa. Neke od funkcionalnosti koje ovaj modul podržava su:

- automatsko dodavanje servisa u listu nakon započetog snimanja ili odloženog gledanja
- manualno i automatsko brisanje servisa iz liste (brisanje na korisnikov zahtev ili na osnovu prethodno podešenog parametra, na primer, nakon određenog vremenskog perioda)
- sortiranje liste servisa po naslovu ili datumu dodavanja u listu
- prikaz svih podataka o servisu koje je prilikom njegovog snimanja pružao emiter

cm_PVR_device obezbeđuje jednostavnu spregu aplikativnog sloja i *Comedia* sloja programske podrške u smislu mogućnosti vezanih za instalaciju medija za skladištenje podataka i izvršavanje osnovnih operacija nad njim. Neke od funkcionalnosti koje ovaj modul podržava su:

- registrovanje postojanja, povezivanja ili uklanjanja medija iz sistema
- detekcija ispravnosti medija i njegovo formatiranje
- detekcija kapaciteta medija kao i izračunavanje iskorištenog i slobodnog prostora na njemu
- registrovanje osnovnih operacija nad medijom (*write, read, copy, delete...*)

Opisani delovi **cm_PVR** modula su međusobno spregnuti što obezbeđuje efikasnu i sinhronizovanu realizaciju rešenja za zadate probleme.

5. ISPITIVANJE

Realizacija **cm_PVR** modula je ispitana pomoću konzolne aplikacije. Izvedena su sledeća ispitivanja:

- snimanje na osnovu komande korisnika: **pokretanje** (*test uspešno izvršen, snimanje pokrenuto*) i **zaustavljanje** (*test uspešno izvršen, snimanje zaustavljeno*)
- reprodukcija: **pokretanje** (*test uspešno izvršen, reprodukcija pokrenuta*), **pauziranje** (*test uspešno izvršen, reprodukcija pauzirana*), **odabir pozicije** (*test uspešno izvršen, pozicija odabrana*) i **zaustavljanje** (*test uspešno izvršen, reprodukcija zaustavljena*).
- odloženo gledanje: **pokretanje** (*test uspešno izvršen, servis pauziran*), **nastavak sa trenutne pozicije** (*test uspešno izvršen, reprodukcija nastavljena*), **promena brzine** (*test uspešno izvršen, reprodukcija nastavljena pri selektovanoj brzini*), **zaustavljanje** (*test uspešno izvršen, odloženo gledanje zaustavljeno*).

Za ispitivanje **cm_PVR** modula parametri kvaliteta komponenti snimljenih servisa nisu bili od značaja već samo događaji koji su bili uspešno generisani nakon pokretanja zadatih komandi. Međutim, potrebno je napomenuti da je, na osnovu slobodne procene autora, kvalitet snimljenog materijala bio identičan servisu koji je emitovan uživo.

6. PRAVCI BUDUĆEG RAZVOJA

U uvodu ovog rada spomenute su neke od odlika modernog ličnog video rekordera kao što je preskakanje reklama prilikom snimanja. Mogućnosti koje kvalitetni PVR sistem može da pruži su daleko veće.

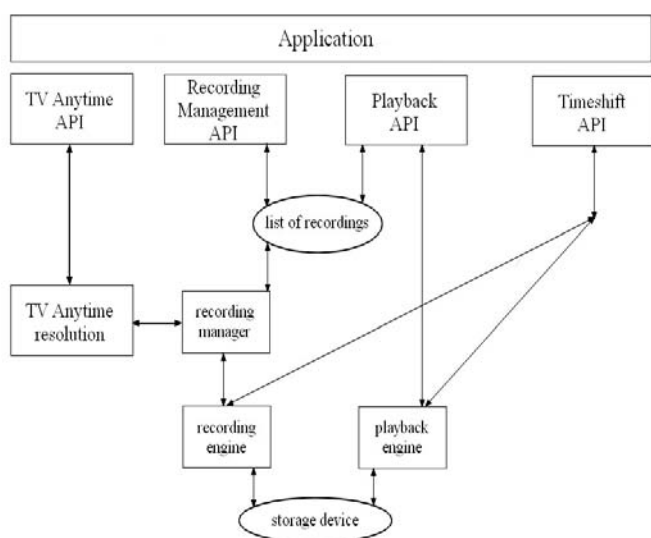
DVB standard koji profiliše standard za PVR sisteme predviđa postojanje posebnih poruka koje se prenose digitalnim tokom podataka. One na jedinstveni način opisuju sadržaj koji se trenutno emituje ili je u planu da bude emitovan, i nazivaju se **jedinstveni identifikatori sadržaja** (eng. *Content Reference Identifier*, u daljem tekstu CRID) [3]. Takođe, standardom je dedefinisano korišćenje sadržaja EIT tabela koji se odnosi na informacije o trenutnom sadržaju koji se emituje i o sadržaju koji treba da se emituje nakon njega (eng. *present and following*, u daljem tekstu EIT p/f).

Kombinacijom pri korišćenju ovih poruka obezbeđeni su stabilnost i fleksibilnost PVR sistema.

Zasnovan na CRID i EIT p/f porukama, PVR sistem je u mogućnosti da pruži nove vrste funkcionalnosti [5]. Neke od tih funkcionalnosti su:

- precizno snimanje (eliminise mogućnost greške pri snimanju usled vremenske devijacije emitovanja)
- snimanje sadržaja iz više delova (ukoliko je prekinut reklamama ili, na primer, vestima)
- snimanje svih delova sadržaja kao celine (na primer, svih epizoda igrane serije)
- prepoznavanje repriznog sadržaja

Na slici 5. je prikazana arhitektura PVR sistema sa dodatkom modula koji definišu ulogu CRID poruka.



Slika 5. Arhitektura PVR sistema sa dodatkom za TV Anytime funkcionalnost

Definisani su pojam pod imenom *TV Anytime* koji definiše opisane dodatke arhitekturi PVR sistema.

Iz opisanih karakteristika modernog PVR sistema može se definisati pravac daljeg razvoja *Comedia* programske podrške za digitalnu televiziju kao i programske podrške rukovaoca aplikacijama za lični video rekorder.

Razvoj *Comedia* programske podrške za digitalnu televiziju bi se zasnivao, pre svega na dodefinisanju i realizaciji modula xPEL koji, kao što je već rečeno, služi za upravljanje i programiranje snimanja servisa. Kao podršku, potrebno je obezbediti kvalitetnu obradu CRID i EIT p/f poruka u smislu dobijanja logike koja bi omogućila sve funkcionalnosti koje nudi predlog modernog PVR sistema.

Razvoj programske podrške rukovaocu aplikacijama za lični video rekorder bi se zasnivao na definisanju i realizaciji modula u *cm_PVR* strukturi koji bi na što jednostavniji način trebalo da omogući glavnoj aplikaciji realizaciju funkcionalnosti u skladu sa profilom modernog PVR sistema.

7. ZAKLJUČAK

PVR donosi novu dimenziju u pogledu na digitalnu televiziju. Tome najviše doprinosi činjenica da postoji mogućnost jednostavnog snimanja i reprodukcije digitalnog sadržaja.

U ovom radu je opisana arhitektura PVR sistema kao i jedno rešenje njegove implementacije u vidu *Comedia* programske podrške za digitalnu televiziju i programske podrške rukovaoca aplikacijama TV 3.0.

Prikazane su određene mogućnosti koje treba da poseduje jedan lični video rekorder i predstavljen je njihov predlog realizacije. Takođe, date su osnovne planove za dalji razvoj *Comedia* programske podrške za digitalnu televiziju i programske podrške rukovaoca aplikacijama TV 3.0 u cilju realizacije modernog PVR sistema koji, kao što smo videli, može da predstavlja značajnu i vrlo zanimljivu celinu u oblasti digitalne televizije.

Zahvalnica:

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 44009, od 2011. godine.

LITERATURA

- [1] "WebTV Networks and EchoStar Communications Introduce First Internet TV Satellite Product and Service", www.microsoft.com, 7.1.1999, učitano 26.3.2012.
- [2] ETSI TS 102 816 (V1.1.1): "Digital Video Broadcasting (DVB); Personal Video Recorder (PVR)/Personal Data Recorder (PDR), Extension to the Multimedia Home Platform".
- [3] ETSI EN 300 468 (V1.5.1): "Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems".
- [4] iWedia sajt, www.iwedia.com, učitano 25.3.2012.
- [5] NorDig PVR whitepaper (V1.0): "NorDig PVR metadata for NorDig compliant PVR signalization".

Abstract – This paper presents realization of PVR software for digital television system. The general system architecture of PVR system, and the structure of PVR module at the application layer of television software are given. Modules of *Comedia* middleware and application programming interface that were used in development are presented. The paper presents the basic functions of PVR system: recording, playback and timeshift. The applied testing method is described as well. The future development of the system is based on the use of content reference identifiers, in order to improve the precision of recording in the presence of deviations in the time schedule, to avoid advertisements, recognize the repeated content etc.

ONE SOLUTION OF REALIZATION OF PERSONAL VIDEO RECORDER APPLICATION

Saša Mudri, Tomislav Maruna, Nikola Smiljković, Ilija Bašičević, Mario Radonjić

ANALIZA UTICAJA SOLARNIH GENERATORA NA STRUJE KRATKIH SPOJEVA U NISKONAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**ANALYSIS OF THE IMPACT OF SOLAR GENERATORS ON SHORT CIRCUIT CURRENTS IN LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK**Dalibor Mijatović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada razmotren je uticaj solarnih generatora priključenih na niskonaponsku mrežu na struje kratkih spojeva. Najpre su obrađeni opšti pojmovi vezani za solarnu energiju koja dopire na neku ravnu površ koja se nalazi na površini Zemlje, a zatim parametri i faktori od važnosti za energetske efikasnost solarnih generatora. Izvršen je proračun opterećenja za nekoliko različitih transformatora, koji se razlikuju po prividnoj snazi i veličini potrošačkog područja koje napajaju. Na kraju je dat proračun struje 3PKS za svaku distributivnu mrežu ponaosob.

Abstract – This paper examined the impact of solar generators connected to the low voltage network on the short circuit currents. Firstly, paper deals with the general concepts related to solar generation and amount of solar radiation that reaches to a flat surface which is located on the surface of the Earth and then deals with parameters and factors of importance for the efficiency of solar generators. Current load analysis is performed for several different transformers, which differ in size of apparent power and of the consumer area which feed. Finally, there is given a calculation of three-phase short-circuit current for each individual distribution network.

Cljučne reči: solarni generatori, niskonaponska mreža, distributivni transformatori, struja kratkog spoja

1. UVOD

Porastom populacije i sve većom modernizacijom društva raste i potreba za energijom. Energetski resursi na Zemlji su ograničeni i brzo se troše. Evidentno je da upotreba neobnovljivih resursa za proizvodnju energije, kao što su fosilna goriva, za posledicu imaju povećano zagađenje životne sredine što ima negativan uticaj po ljude i ostala živa bića i navodi na razmišljanje o nalaženju alternativnih, čistih, obnovljivih izvora energije. U ovom radu kao izvori razmatraju se solarni generatori, kojima se pretvara energija sunčeve svetlosti u električnu energiju. Taj proces poznat je pod nazivom fotonaponska konverzija.

U slučaju integracije solarnih generatora kao obnovljivih izvora u neku već postojeću distributivnu niskonaponsku mrežu, napona 0.4kV, potrebno je razmotriti snagu izvora i ukupnu količinu energije koja se može proizvesti u različitim delovima dana, kao i uticaj koji će solarni

generatori imati na prilike u mreži kako u normalnim tako i u uslovima sa kvarom. Ovaj rad bavi se proračunom opterećenja i snaga u niskonaponskoj mreži i vrednostima struja u slučajevima kratkih spojeva.

2. SOLARNA ENERGIJA

Sunce, kao izvor energije, je sfernog oblika sa prečnikom od $1,319 \cdot 10^6$ km. Temperatura na površini Sunca je oko 5500°C , srednja gustina 1409 kg/m^3 , a ukupna masa $2 \cdot 10^{30}$ kg. Svake sekunde Sunce u okolinu emituje $3,83 \cdot 10^{26}$ J energije.

Energija Sunca se stvara u njegovom jezgru pretežno u termonuklearnim reakcijama fuzije vodonika u helijum u protonsko-protonskom lancu i nešto manje u ugljenično-azotnom ciklusu. Kod pomenutih reakcija oslobađa se energija od $26,21 \pm 0,51$ MeV. Sunčevo zračenje koje se nalazi između Sunca i zemljinog vazdušnog omotača poznato je pod nazivom ekstraterestično sunčevo zračenje. Intenzitet ovog zračenja zavisi od udaljenosti Zemlje od Sunca i sunčeve aktivnosti, dnevno se menja i ima vrednost od $1307\text{-}1393 \text{ W/m}^2$. Pod terestričnim sunčevim zračenjem podrazumeva se zračenje koje posle prolaska kroz zemljinu atmosferu dospeva na Zemlju. Ukupno sunčevo zračenje koje dospeva do Zemlje sastoji se od direktnog i difuznog zračenja. Difuzno zračenje nastaje rasejavanjem sunčevog zračenja na atomima i molekulima gasova i česticama nečistoća u vazdušnom omotaču Zemlje.

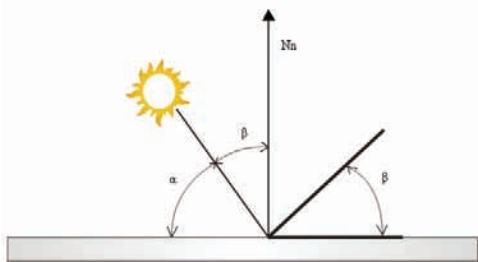
Na nagnutu površinu na Zemlji pada direktno i difuzno sunčevo zračenje sa neba i reflektovano zračenje sa Zemlje i okolnih predmeta. Imajući u vidu da su različita područja na Zemlji različito ozračena tokom godine, kako zbog njihovog položaja u odnosu na Sunce (ugla upada sunčevih zraka, trajanja obdanice – doba godine), tako i zbog uslova oblačnosti, aerzagadjenja, konfiguracije terena i dr. – različite su i vrednosti dozračene energije u nekom vremenskom periodu.

Sunčevo zračenje (zbog položaja Sunca) u svakom trenutku tokom dana zaklapa neki ugao u odnosu na horizontalnu površinu na Zemlji (Slika 2.1). Najveće zračenje na neku određenu površinu dospeva kada je ta površina normalna na upad zračenja. Tada ta površina zauzima nagib β , pri čemu važi:

$$\alpha + \beta = 90^\circ \quad (1.1)$$

NAPOMENA:

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



Slika 2.1. – Položaj prijemne površine za slučaj normalnog upada sunčevih zraka

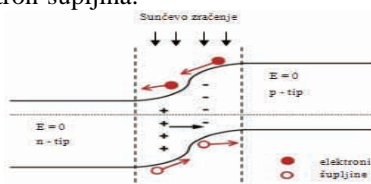
2.1. Optimalan nagib optimalna orijentacija prijemne površine

Zbog promene ugla visine Sunca tokom dana, meseca, i godine, na različitim lokacijama na Zemlji, menja se i vrednost dozračene energije koja dospeva na neku površinu. Prema nekim autorima, optimalan ugao postavljanja prijemne površine se iskustveno kreće u granicama od 0.9 do 1.5 od vrednosti geografske širine mesta lokacije prijemne površine. Pri tome treba voditi računa da manji ugao prijemne površine odgovara višem uglu položaja Sunca, tako da u periodu povoljnijeg ugla upada sunčevih zraka (koji se menja tokom dana) – u vremenu od 9 do 15 časova – odgovara manji nagib prijemne površine. Prijemna površina sunčevog zračenja koja se nalazi pod nagibom u odnosu na horizontalnu ravan treba da se orijentiše ka jugu (to važi za površine locirane severno od ekvatora). Tako orijentisana, nepokretna površina može da primi tokom dana najviše energije, jer svaka druga površina iste veličine i sa istim nagibom čija projekcija normale na horizontalnu površinu nije orijentisana strogo ka jugu – prima tokom dana manju količinu energije.

3. FOTONAPONSKA KONVERZIJA

Fotonaponska konverzija sunčevog zračenja vrši se u solarnim ćelijama koje se izrađuju od poluprovodničkih materijala. Jednostavne su građe, nemaju pokretne delove, ne zagađuju okolinu i imaju dug vek trajanja.

Solarna ćelija se sastoji od p i n poluprovodnika kod koga se usled apsorpcije sunčevog zračenja u p-n spoju javljaju parovi elektron-šupljina.



Slika 3.1. – Šematski prikaz procesa koji se odvijaju pod dejstvom sunčevog zračenja

Prilikom apsorpcije sunčevog zračenja unutar ili u blizini p-n spoja, unutrašnje električno polje razdvaja elektrone i šupljine. Pri tome se elektroni kreću prema n strani a šupljine prema p strani. Kao posledica ovakvog kretanja elektrona i šupljina na krajevima solarne ćelije se javlja potencijalna razlika, odnosno, napon.

Efikasnost (stepen korisnog dejstva) solarne ćelije predstavlja odnos iskorišćene energije i ukupne energije sunčevog zračenja koje pada na solarnu ćeliju.

Efikasnost solarne ćelije može se izraziti na sledeći način:

$$\eta = \frac{I_n U_n}{I_s S} = \frac{F U_{ok} I_{ks}}{I_s S} \quad (3.1)$$

gde su U_n i I_n – napon i struja u optimalnoj tački, I_s – intenzitet sunčevog zračenja i S – površina solarne ćelije.

Faktori koji utiču na efikasnost solarnih ćelija su : refleksijska na površini FN ćelije, gubici u infracrvenoj oblasti, gubici u ultraljubičastoj oblasti, gubici usled debljine FN ćelije, gubici usled faktora napona, gubici usled faktora ispunje, gubici usled rekombinacije i gubici na serijskom otporu [1].

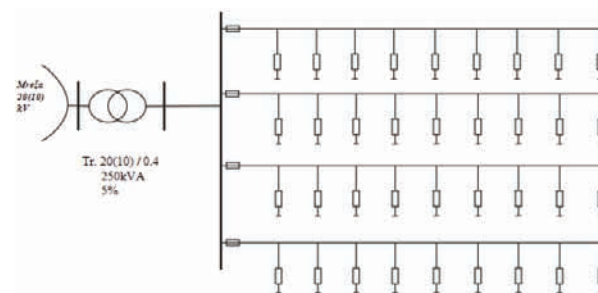
4. PRORAČUN SNAGE NISKONAPONSKOG SOLARNOG GENERATORA NA OSNOVU HDKR MODELA

Osnovni zadatak distributivne mreže je isporuka električne energije potrošačima u granicama kvaliteta za upotrebu.

Distributivne mreže se sastoje iz više mreža različitih naponskih nivoa, npr. nivoa iz sledećeg niza napona: 110, 35, 20, 10, 0.4 kV.

Distributivna mreža se napaja iz napojnog 110 kV čvora, preko koga se iz visokonaponske mreže preuzima električna energija za distributivnu mrežu. Sa srednjenaponskih i niskonaponskih mreža se napajaju neposredni potrošači električne energije na niskom naponu (Slika 4.1).

U ovom radu razmatra se distributivna niskonaponska mreža. Razmatraju se različita potrošačka područja u pogledu veličine transformatora sa kojih se potrošači napajaju. Pa se tako razmatraju potrošačka područja koja se napajaju sa transformatora 250kVA, 400kVA, 630kVA i 1000kVA.



Slika 4.1. – Jednopolna šema jedne niskonaponske mreže 0.4kV

HDKR model (Hay, Davies, Klucher, Reindl) je jedan od modela za određivanje količine sunčevog zračenja koje dolazi na neku površ, horizontalnu ili nagnutu, koja se nalazi na površini zemlje. Ukupna količina sunčevog zračenja koje pada na solarni panel računa se preko sledeće jednačine:

$$G_{Tt} = (G_{bt} + G_{dt} A_i) R_b + G_{dt} (1 - A_i) \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) \cdot \left[1 + f \sin^3 \left(\frac{\beta}{2} \right) \right] + G_t \rho_g \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \quad (4.1)$$

gde je: G_{Tt} - ukupna količina sunčevog zračenja, β – nagib generatora, ρ_g – albedo ili refleksijska okoline, R_b - odnos direktne komponente zračenja na nagnutu površinu u odnosu na horizontalnu površinu, A_i – indeks

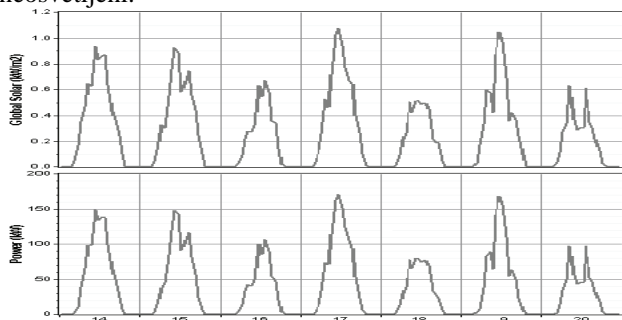
anizotropije koji je mera propusnosti direktnog zračenja kroz atmosferu, f – indeks koji uzima u obzir da je svetlost koja dolazi sa horizonta više rasuta i rasipanje uled oblačnosti, G_t – ukupno horizontalno zračenje na površini Zemlje usrednjeno za vremenski korak, G_{ot} – ekstraterestičko horizontalno zračenje usrednjeno za vremenski korak [kW/m^2], G_{at} – rasuto (difused) zračenje, G_{bt} – direktno zračenje.

Preko narednog izraza proračunava se izlazna snaga solarnog generatora:

$$P_{PV} = Y_{PV} f_{PV} \left(\frac{G_{Tt}}{G_{T,STCt}} \right) [1 + \alpha_p (T_c - T_{c,STC})] \quad (4.2)$$

gde je: Y_{PV} – snaga koju daje solarni panel pri standardnim uslovima testiranja [kW], f_{PV} – faktor redukcije [%], $G_{T,STCt}$ – količina radijacije kojoj se izlaže panel u standard. uslovima testiranja [$1 kW/m^2$], α_p – temperaturni koeficijent snage [%/°C], T_c – temperatura solarnog generatora za dati vremenski korak [°C], $T_{c,STC}$ – temperatura solarnog generatora u standardnim uslovima testiranja [25°C] [2,3].

Na slici 4.2. prikazana su uporedo dva grafika. Oba grafika odnose se na vremenski period od 14 do 20 jula 2001 god., i data je satna raspodela tokom svakog dana. Gornji grafik predstavlja ukupno solarno zračenje koje dopire do površine Zemlje. Donji grafik predstavlja ukupnu izlaznu snagu koju daju solarni generatori. Na slici 4.2. grafički su prikazani rezultati dobijeni pomoću HDKR modela. Snaga na izlazu solarnih generatora je pratilac intenziteta globalnog solarnog zračenja. Prema tome, moguće je primetiti da se više vrednosti snage javljaju sredinom dana, što je i logično, pošto je tada globalno solarno zračenje najveće. Tokom noći snaga izvora jednaka je nuli, jer su solarni generatori neosvetljeni.



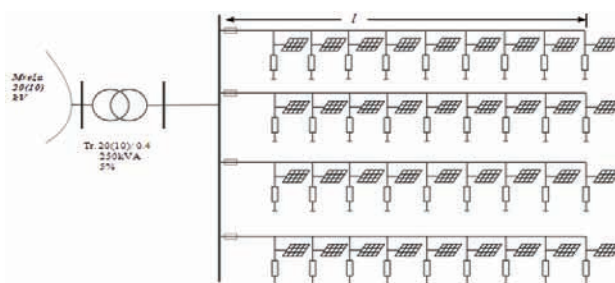
Slika 4.2. – Uporedni prikaz globalnog solarnog zračenja i snage koju proizvode solarni generatori priključeni na niskonaponsku mrežu

5. PRORAČUN STRUJNOG OPTEREĆENJA I PRORAČUN STRUJE KRATKOG SPOJA

U ovoj glavi određena su stvarna maksimalna strujna opterećenja transformatora, ukupna maksimalna snaga solarnih generatora i izvršen je proračun struja trolejnog krakog spoja.

5.1. Proračun strujnog opterećenja sn/nn transformatora i određivanje ukupne maksimalne snage solarnih generatora

Ako se solarni generatori tretiraju kao distributivni izvori, koji su integrisani u već izgrađene niskonaponske mreže kojima se električnom energijom snabdevaju domaćinstva, mora se predvideti kakav će biti njihov uticaj na rad mreže kako u normalnim tako i u uslovima sa kvarom. Konkretno, određuje se vrednost snage koju je moguće dobiti sa svih izvora koji bi bili postavljeni na svaki kućni objekat. Snaga koju daje jedan solarni generator srazmerna je njegovoj površini ($1m^2 \sim 100W$), s toga je potrebno odrediti kolika je ta površina. Solarni generator ima smisla postavljati na južnu stranu krova. Ako se pretpostavi da će deo krova svakog kućnog objekta biti prekriven solarnim generatorom određene površine, snaga će se odrediti na osnovu zbira korisnih površina krovova svakog od objekata koji se napajaju sa određenog transformatora (prividne snage 250kVA, 400kVA, 630kVA i 1000kVA). Na slici 5.1. data je jednopolna šema sa ucrtanim priključcima i solarnim generatorima.



Slika 5.1. – Jednopolna šema niskonaponske mreže potrošačkog područja koje se napaja sa transformatora 250kVA sa priključenim solarnim generatorima

Proračunom strujnog opterećenja transformatora određen je broj kućnih priključaka. Proračun je izvršen prema Tehničkoj preporuci br.14 (TP-14). Uvedene su pretpostavke da su svi kućni objekti jednakih dimenzija dužine 10 m i širine 12 m i da su krovovi nagnuti prema jugu pod nagibom $\beta = 35^\circ$. Objekti su u proseku razmaknuti za 50 m. Prostim računom dolazi se do vrednosti od 5.125kW, po krovu, odnosno po jednom kućnom objektu. Ukupna snaga dobija se množenjem snage jednog generatora sa brojem generatora[4].

U Tabeli 1. dati su rezultati.

Tabela 1. – Prikaz rezultata proračuna

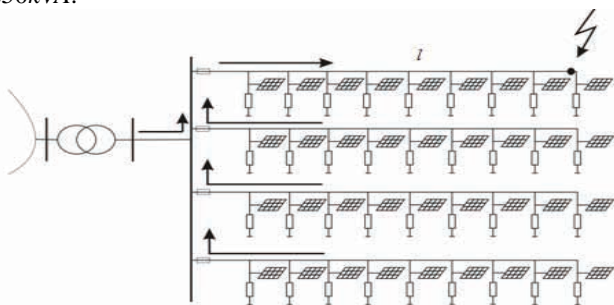
$P_{nomTr} [kVA]$	$P_{stvarnoT} [kW]$	n_{dom}	$P_{maxSP} [kW]$
250	179.55	36	184.59
400	279.3	64	328.16
630	459.76	108	553.7
1000	666.65	160	820.4

U prvoj koloni tabele 1. nalaze se vrednosti prividnih snaga transformatora. U drugoj koloni se nalaze stvarna maksimalna opterećenja transformatora dobijena proračunom, prema Tehničkoj preporuci br. 14. U trećoj koloni dat je broj priključaka za svaki transformator i u poslednjoj koloni data je ukupna maksimalna snaga koja dolazi sa solarnih generatora. Sa povećanjem prividne snage napojnog transformatora povećava se broj kućnih objekata, kao i snaga koja dolazi sa solarnih generatora,

koji se na tim objektima nalaze. U sva četiri slučaja, maksimalne proizvodnje solarnih generatora premašuju izračunatu maksimalnu potrošnju. Ovakva situacija ima se u pojedinim delovima dana, odnosno tada kada je energija sunčevog zračenja najveća. U tim trenucima, višak energije biće usmeren preko transformatora u mrežu srednjeg napona.

5.2. Proračun struje kratkog spoja

U ovom delu razmatra se kakav će biti uticaj proizvodnje solarnih generatora na struju kratkog spoja u slučaju da se kvar desio na kraju jednog od izvoda u trenucima kada su te proizvodnje maksimalne. Na slici 5.2. data je jednopolna šema sa obeleženim mestom kvara i naznačenim smerovima struja, za slučaj transformatora 250kVA.



Slika 5.2. – Jednopolna šema niskonaponske mreže potrošačkog područja koje se napaja sa transformatora 250kVA sa priključenim solarnim generatorima, sa naznačenim tokovima struja

U slučaju 3PKS na kraju jednog od izvoda, mesto kvara napajaće se kako iz mreže preko transformatora tako i strujom sa svih solarnih generatora koji su priključeni na mrežu za vreme maksimalne ukupne proizvodnje solarnih generatora. Proračunom tokova snaga dobijene su sledeće brojne vrednosti prikazane u tabeli 2. [5].

Tabela 2. – Prikaz rezultata proračuna struja kratkih spojeva

P_{nomTr} [kVA]	I_{KS} [A]	I_{SP} [A]	I_{KS} [A]	I_{SP}/I_{KS} [%]
250	2012.97	399.65	2412.61	19.85
400	1237.67	710.47	1948.08	57.41
630	1121.43	1198.94	2320.37	106.91
1000	1012.56	1776.21	2788.77	175.42

U prvoj koloni nalaze se prividne snage pojedinih napojnih transformatora. U drugoj koloni date su vrednosti struje 3PKS ukoliko u mreži ne bi bilo solarnih generatora. U trećoj se nalaze vrednosti struja koje dolaze sa solarnih generatora procenjenih kao 150% njihove nominalne struje. U četvrtoj koloni njihov algebarski zbir (dakle proračun je na strani sigurnosti), odnosno struja kratkog spoja u mreži sa solarnim generatorima. Četvrta kolona pokazuje za koliko procenata se povećala vrednost struje kratkog spoja usled prisustva solarnih generatora. U tabeli 2 može se lako zaključiti je da se sa povećanjem prividne snage transformatora struja 3PKS smanjuje (kolona 2 u tabeli 2.), a da se struja koja dolazi sa solarnih generatora uvećava (kolona 3). Ukupna vrednost struje kratkog spoja će se uvećati (kolona 4).

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu celokupne urađene analize može se zaključiti da će proizvodnja solarnih generatora u delovima dana sa maksimalnim zračenjem, pri povoljnim vremenskim uslovima, moći da zadovolji maksimalnu potrošnju jednog potrošačkog područja. Tada će se višak proizvedene energije usmeravati preko napojnog transformatora u mrežu. Za vreme smanjene proizvodnje i tokom noći potrošači će se snabdevati iz mreže.

Analizom je utvrđeno da solarni generatori svojim prisustvom povećavaju struju kratkog spoja. Što je nominalna snaga napojnog transformatora veća, iz njega će se napajati i veće potrošačko područje, odnosno napajaće se više kućnih objekata. Kako je broj objekata veći, veći će biti i broj solarnih generatora, pa samim tim ukupna snaga koju ti generatori daju. Veća snaga proizvodnje solarnih generatora znači i veći procentualni porast struje kratkog spoja. Drugim rečima, što je veća snaga proizvodnje solarnih generatora, uticaj na vrednosti struje pri tropskom kratkom spoju biće nepovoljniji u smislu da će uvećavati struju kratkog spoja. Pa se tako ima 19.85% za transformator snage 250kVA, do čak 175.42% za transformator prividne snage od 1000kVA. Ovu činjenicu potrebno je uzeti u obzir prilikom dimenzionisanja zaštitnih aparata i uređaja, odnosno uređaja relejne zaštite.

7. LITERATURA

- [1] Jasmina M. Radosaveljević, Tomislav M. Pavlović, Miroslav P. Lambić, Solarna energetika i odživi razvoj, Građevinska knjiga, Beograd 2004 god., 1-29, 271, 281-292
- [2] Duffie JA, Beckman WA (1991) Solar Engineering of Thermal Processes 2nd edition, Wiley, New York, NY
- [3] Erbs DG, Klein SA, Duffie JA (1982) Estimation of the diffuse radiation fraction for hourly, daily, and monthly-average global radiation, Solar Energy, 28, 293
- [4] Tehnička preporuka broj 14, septembar 2001
- [5] Vladimir C. Strezoski, Dragan S. Popović, Proračuni stacionarnih režima elektroenergetskih sistema, Novi Sad, Fakultet Tehničkih Nauka, 1994god.

Kratka biografija:



Dalibor Mijatović rođen je u Bijeljini 1981. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetika odbranio je 2012.god.



**AUTOMATSKA EKSTRAKCIJA TERENA I IZRADA KARTOGRAFSKOG
MATERIJALA NA OSNOVU FOTOGRAMETRIJSKOG SNIMANJA**

**AUTOMATIC TERRAIN EXTRACTION AND PRODUCTION OF CARTOGRAPHIC
MATERIAL BASED ON PHOTOGRAMMETRY**

Danilo Korać, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA i RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Osnovni zadatak ovog rada jeste dobijanje preciznog modela terena koji će poslužiti kao osnova za praćenje promena na postojećim klizištima i za otkrivanje potencijalno ugroženih zona. Oblast od interesa je severozapadna padina Fruške Gore uz desnu obalu Dunava oko naselja Beočin. Polazni podaci su bile avionske fotografije iz maja 2004. na kojima je urađena unutrašnja i spoljašnja orijentacija i koji su na taj način pripremljene za ekstrakciju modela terena. Od tih fotografija koje se poklapaju 60% formirani su stereo parovi iz kojih je, primenom metode za automatsku ekstrakciju terena, generisan oblak tačaka sa rezolucijom 2.5 metara. Nad dobijenim oblakom tačaka primenjeni su algoritmi za filtriranje. Nakon toga u aplikaciji Leica Photogrammetry suite urađeni su digitalni model terena (DMT) i model nagiba terena. Na osnovu DMT-a je urađena ortorektifikacija i mozaikovanje avionskih snimaka radi dobijanja ortofoto plana koji će poslužiti kao osnova za mapiranje klizišta.

Abstract – The main task of this study was to obtain an accurate terrain model which will serve as the basis for monitoring the changes on existing landslides and to detect potentially vulnerable areas. The area of interest was the northwestern slope of Fruska Gora along the right bank of The Danube River around the town of Beočin. Baseline data were airborne photos from May 2004, which had undergone the internal and external orientation and thus were prepared for the extraction of terrain model. Stereo pairs were formed using the images that match 60% from which, using the automatic extraction of terrain method, was generated with resolution of 2.5 meters. Algorithms for filtering were applied on the cloud of points. Digital terrain model (DTM) and slope model were made using application Leica Photogrammetry Suite. Processes of orthorectification and mosaicking of airborne images were done based on DTM in order to obtain orthophoto plan that will serve as a basis for landslide mapping.

Ključne reči: Digitalni model terena, klizište, automatska ekstrakcija terena, oblak tačaka, ortofoto plan, mozaik.

1. UVOD

Oblast od interesa je severozapadna padina Fruške Gore uz desnu obalu Dunava oko naselja Beočin.

NAPOMENA:

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

Konfiguracija terena je blago brdovita, relativno retko naseljena i gusto pošumljena u južnom delu. Teren se blago spušta od juga ka severu, odnosno prema Dunavu. Na ovom području postoje zabeležena aktivna klizišta kao i zone koje predstavljaju potencijalna klizišta. Osnovni zadatak ovog rada je dobijanje preciznog modela terena koji će poslužiti kao osnova za praćenje promena na postojećim klizištima i za otkrivanje potencijalno ugroženih zona. Polazni podaci su bile avionske fotografije iz maja 2004. na kojima je urađena unutrašnja i spoljašnja orijentacija i koji su na taj način pripremljene za ekstrakciju modela terena. Od tih fotografija koje se poklapaju 60% formirani su stereo parovi iz kojih je primenom metode za automatsku ekstrakciju terena generisan oblak tačaka sa rezolucijom 2.5 metara.

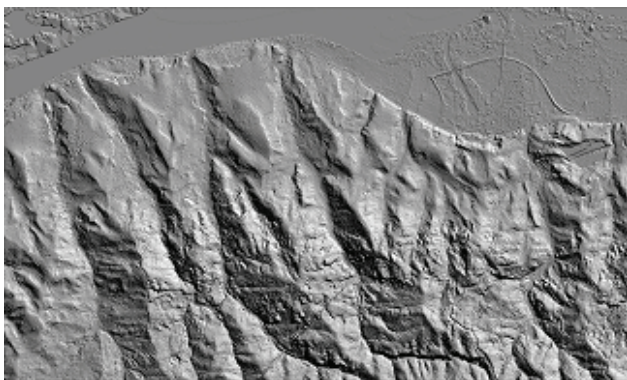
**2. KORIŠĆENJE DIGITALNOG MODELA
TERENA (DMT) U PROCESU PREPOZNAVANJA
KLIZIŠTA**

Glavni skup podataka koji se koristi u prepoznavanju klizišta je osenčeni DMT koji proizvodi lažne (pseudo) 3D slike pejzaža. Smer i pravac sunca obezbeđuju osvetljenje i senčenje pejzaža i mogu se modifikovati u odnosu na površinu zemlje i padine da istakne i naglasi karakteristike klizišta. Različiti aspekti pravca i visine sunca mogu često da budu iterativni pri čemu se identifikacija karakteristika reljefnog oblika može poboljšati nizom različitih stavova vizualizacija. U [1] se preporučuje da je početna procena koristeći pravac Sunca od 45°, 135°, 225° i 315° sa uglom nagiba Sunca od 45° sa povećanjem na 70° pri strmim predelima (slike 2.1 i 2.2). Treba imati na umu da u mnogim okolnostima osvetljenje iz ležišta od 225° izaziva invertovanje slike pri čemu doline izgledaju kao grebeni i obrnuto. Pored toga, senke mogu biti dodate ili uklonjene pri razvoju osenčenih modela planinskih područja. Iskustvo pokazuje da teren koji ima značajan reljef može biti zaklonjen senčenjem tako da je najbolje isključiti senčenje u tom pejzažu.

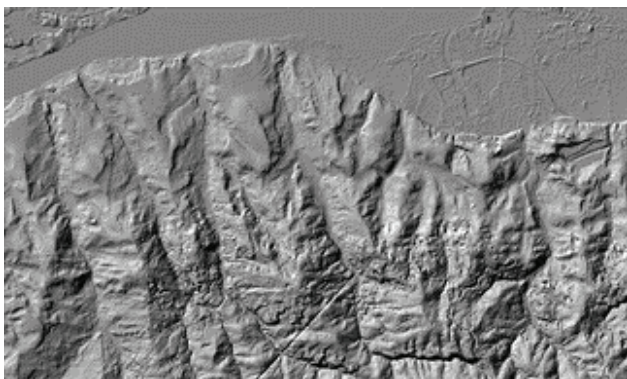
2.2. Prednost i ograničenja DMT-a

Glavne prednosti DMT su brzo prikupljanje podataka sa prostranih površina, mogućnost rada na prethodno nepristupačnim područjima, gledanje 'kroz' drveće i vegetaciju i finansijski ekonomičnija izrada u poređenju sa tradicionalnim tehnikama fotogrametrije. U najveće mane spadaju veći troškovi u prikupljanju podataka na početku, razmaci između tačaka određuju konačnu rezoluciju, lažni osećaj preciznosti, obrađivanje artefakata poput drveća i zgrada kada se prave modeli ogoljene zemlje, poteškoće pri obradi vrlo strmog zemljišta i litica

zbog nedostatka jasnih slika. Iako postoje dostupne open source aplikacije za obradu LSV (lasersko skeniranje iz vazduha) podataka, autori [2] radije koriste GIS (geoprostorni informacijski sistemi) aplikaciju koja je skuplja, ali ima mogućnost integracije sa drugim centralnim GIS aktivnostima. Glavna prednost DMT-a u prepoznavanju klizišta je fleksibilnost u vizuelizaciji pejzaža korišćenjem višestrukih kombinacija senčenja nagiba i pridodatih drugih izvedenih skupova podataka. Slojevi podataka su integrisani u standardne GIS aplikacije čineći snimanje novih osobina lakšim i bržim. Poređenja vršena proteklih godina [2] pokazuju da je prepoznavanje klizišta koristeći DMT 5 do 10 puta brže od tradicionalnih tehnika fotogrametrije. Glavnu manu čini ograničavajući prag rezolucije DMT-a. Uz to, druge geološke osobine poput interbedding¹-a i slojevitosti mogu se pogrešno protumačiti kao nestabilnost [3]. Iz tih razloga, neophodno je izvršiti terensku verifikaciju, iako je to često nemoguće zbog raširenosti područja i/ili nepristupačnosti istog.



Slika 2.1 Prikaz terena sa pravcem Sunca 45° i nagibom Sunca od 45°



Slika 2.2 Prikaz terena sa pravcem Sunca 315° i nagibom Sunca od 45°

3. AUTOMATSKA EKSTRAKCIJA TERENA

Za postupak automatske ekstrakcije terena izabran je tekstualni (ASCII) format zapisa koordinata tačaka radi mogućnosti naknadnog učitavanja dobijenog fajla u TerraScan²-u. Izabrana gustina mreže DMT-a je 2.5x2.5 metra. Koordinatni sistem u kojem su izražene koordinate

tačaka je Gaus-Kruger 7. zona, a visine tačaka su izražene u odnosu na Beselov elipsoid. Oblak tačaka dobijen automatskom ekstrakcijom terena sadrži i relativno veliki broj tačaka koje treba odstraniti iz modela terena odnosno koje su pogrešno uključene u model terena. Da bi se postupak otklanjanja takvih tačaka iz modela terena ubrzao primenjeni su algoritmi koji se koriste za filtriranje oblaka tačaka dobijenih avionskim laserskim skeniranjem. Nad dobijenim oblakom tačaka primenjeni su algoritmi za filtriranje. Prvo su uklonjene pogrešne tačke, kao što su izolovane tačke i niske tačke (tačke pod zemljom, ispod nivoa terena), a zatim su iz preostalih tačaka izdvojene one tačke koje su na terenu. Nakon automatskog filtriranja oblaka tačaka u modelu je ostao još relativno mali broj pogrešnih tačaka koje su uklonjene iz modela primenom alata za ručno filtriranje. Stereo restitucijom iz stereo parova su dobijene strukturne linije terena kao što su granice vodenih površina, ključne linije nasipa i iverice mostova. Ove linije su naknadno uključene u model terena da bi se on poboljšao. Korekcija rezultata automatske ekstrakcije terena (AET) je bila izvršena primenom algoritama za klasifikaciju LiDAR podataka. Podaci automatske ekstrakcije terena u generisanom *.dat fajlu su u formi oblaka tačaka. Klasifikacija tačaka vrši se korišćenjem TerraScan aplikacije i struktura podataka se čuva u *.dat fajlu. Nakon učitavanja svih tačaka iz automatske ekstrakcije terena urađena je automatska klasifikacija tačaka kroz sledeće korake:

- I korak je prebacivanje svih tačaka u klasu neklasifikovane (default) tačke.
- II korak je klasifikacija izolovanih tačaka, odnosno onih tačaka koje nemaju ni jednu susednu tačku unutar radijusa od 25 metara.
- III korak je klasifikacija tačaka ispod zemlje koja se radi iz više faza:

1. Klasifikacija grupisanih tačaka ispod zemlje koje su niže od okolnih tačaka unutar radijusa 25 metara.
2. Klasifikacija grupisanih tačaka (do 25 tačaka) iz grupe neklasifikovanih tačaka u klasu tačaka ispod zemlje, koje su niže od okolnih tačaka za 2.5 metara unutar radijusa od 25 metara.
3. Klasifikacija grupisanih tačaka (do 10 tačaka) u klasu tačaka ispod zemlje koje su niže od okolnih tačaka za 1 metar u radijusu od 10 metara.
4. Klasifikacija grupisanih tačaka (do 5 tačaka) u klasu tačaka ispod zemlje koje su niže od okolnih tačaka za 1 metar u radijusu od 10 metara.
5. Klasifikacija pojedinačnih tačaka u klasu tačaka ispod zemlje koje su niže od okolnih tačaka za 1 metar u radijusu od 10 metara.
6. Klasifikacija grupisanih tačaka u klasu tačaka na zemlji pri kojoj je najviša tačka građevine 40 metara.
7. Klasifikacija tačaka sa zemlje u klasu tačaka ispod zemlje, u radijusu od 0,1 metara.

3.1 Oblak tačaka

Na slici 3.2 je oblak tačaka koji prikazuje pogled od gore na severozapadnu padinu Fruške Gore sa obalom Dunava i naseljima Beočin i Čerević.

¹ Interbedding – sleganje slojeva zemlje

² TerraScan – softverski alat za obradu i klasifikaciju (po unapred definisanim klasama kao što su zemljište, vegetacija, objekti i sl.) sirovih podataka u vidu oblaka tačaka



Slika 3.2 Oblak tačaka koji prikazuje pogled od gore

Na slici 3.3 je prikazan poprečni presek reljefa dobijen koristeći aplikacije TerraScan i TerraModeler.



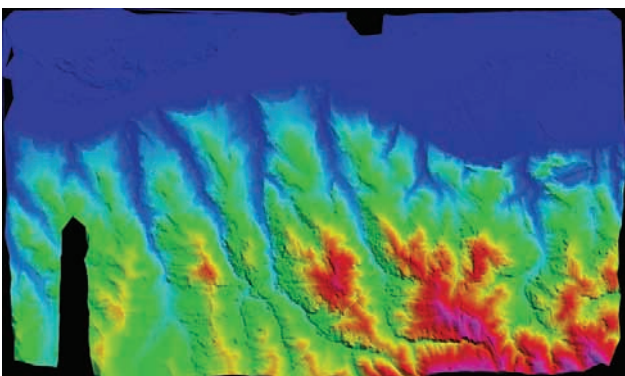
Slika 3.3 Poprečni presek terena

Narandžastom bojom su označene tačke koje su na Zemlji (Ground) odnosno tačke koje označavaju tlo. Belom bojom su označene podrazumevane (Default) tačke koje mogu biti kuće, vegetacija i drugo. Ljubičastom bojom su označene tačke ispod nivoa Zemlje (Low point).

Na određenim područjima terena su menjane Default tačke u Low point, Low point u Ground i slično, radi dobijanja pravilnijeg izgleda reljefa. Potreba za time proizašla je iz predstave reljefa na pojedinim mestima gde su se pojavile nepravilnosti i greške prilikom snimanja terena iz aviona.

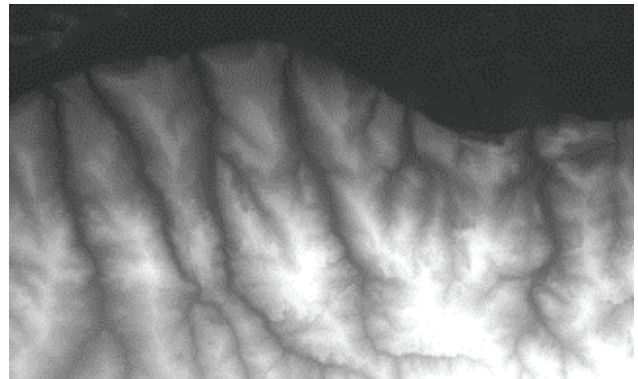
U nekim delovima terena korišćena je opcija Classify close to line. Pomoću ove opcije se definiše oblast u okolini zadate linije u okviru koje se tačkama mogu dodeliti ista svojstva. Niz obronke Fruške Gore korišćeno je ograničenje od 2.5 metara dok je u predelima šume tolerancija bila 15 metara.

Ovde su menjane Ground tačke u Low points zbog visine vegetacije. Uklanjanje nepoželjnih tačaka (tačke ispod nivoa zemlje, tačke koje prikazuju vegetaciju i stambene građevine) i formiranje DMT od oblaka tačaka izvršeno je pomoću aplikacije TerraModeler.

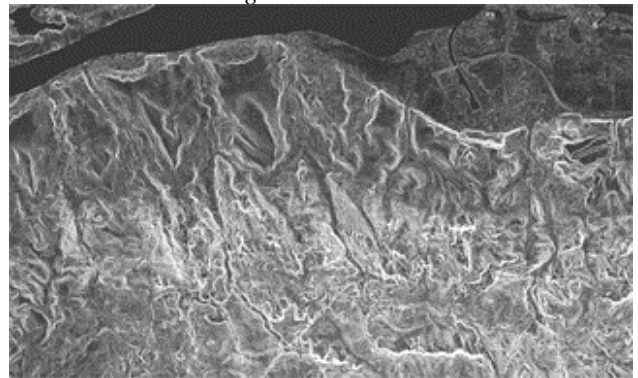


Slika 3.4 Model generisan iz oblaka tačaka

Slika 3.4 prikazuje model koji je generisan iz oblaka tačaka. Na slici je prikazana desna obala Dunava i severozapadna strana Fruške Gore oko naselja Beočin. Nakon toga u aplikaciji Leica Photogrammetry suite urađeni su digitalni model terena DMT, slika 3.5 kao i model nagiba terena, slika 3.6.



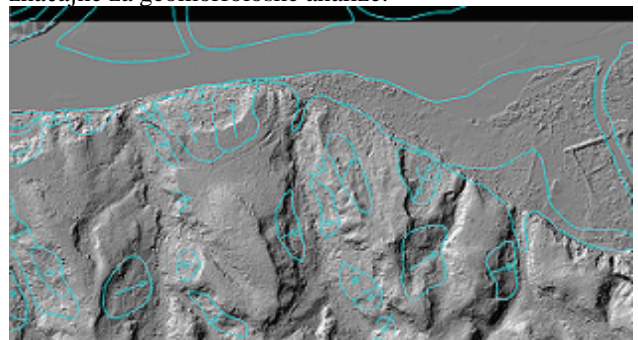
Slika 3.5 Digitalni model terena DMT



Slika 3.6 Model nagiba terena

3.2 Analiza rezultata

Koršćenjem aplikacije Leica photogrammetry suite, dobijeni podaci sa slika nad kojima je primenjeno senčenje terena (slika 2.1 i slika 2.2) i kod kojih su menjani ugao nagiba Sunca i pravac Sunca, mogu se analizirati koristeći podatke o pedološkom profilu zemljišta. Na osnovu morfoloških parametara terena koji se generišu iz DMT i njihovom kombinacijom sa raspoloživim kartografskim sadržajem (pedološke karte u digitalnom formatu, kartografski materijal o klizištima i sl.) mogu se vršiti detaljne analize postojećih i potencijalnih klizišta (proračun i uočavanje lokacija mogućih klizišta). Poređenjem sa ranijim istraživanjima koja prikazuju zone sa trenutnim i potencijalnim klizištima ustanovljeno je da se iste strukture mogu prepoznati i na osenčenim slikama koje su rezultat ovog rada, slika 3.7. Kreirani DMT sadrži informacije koje su značajne za geomorfološke analize.



Slika 3.7 Prikaz terena sa trenutnim i potencijalnim klizištima

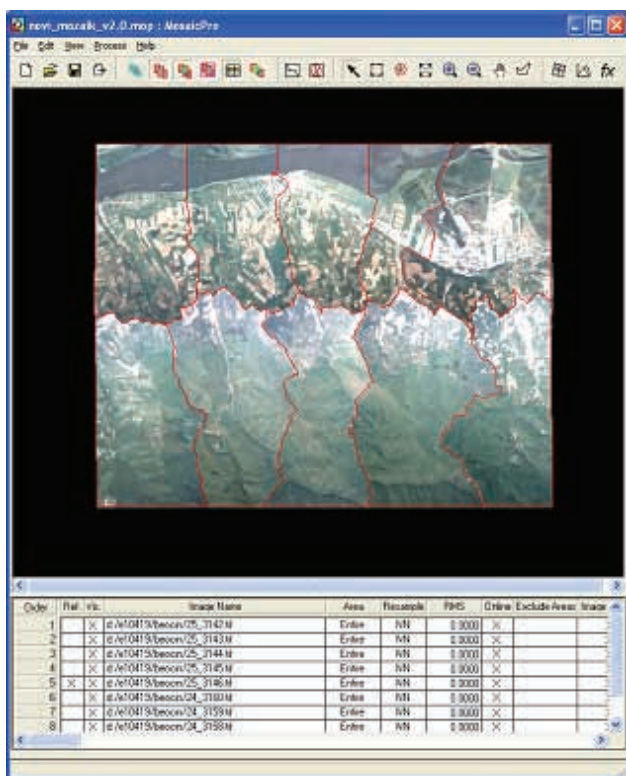
4. MOZAIK

Na osnovu DMT-a je urađena ortorektifikacija i mozaikovanje avionskih snimaka radi dobijanja ortofoto plana koji će poslužiti kao osnova za mapiranja klizišta. Ortofoto plan je urađen sa rezolucijom 0,5 metara (slika

4.1) koja je pogodna za popis klizišta, preliminarni nivo rizika zoniranja za lokalne sredine i napredne faze planiranja za velike građevinske konstrukcije, puteve i železnicu. Radi postizanja vizuelnog odgovarajućeg izgleda ortofota iscrtane su linije sečenja snimaka i balansiranje boja (Slika 4.2).



Slika 4.1 Izgled konačnog ortofoto plana



Slika 4.2 Izgled mozaika

Ortorektifikacija i mozaikovanje su urađeni u alatu ERDAS MosaicPro. Na trodimenzionalnom prikazu terena koji kombinuje DMT i ortofoto moguće je identifikovati područja sa velikim nagibima i područja na kojima dolazi do naglih promena u konfiguraciji reljefa koja predstavljaju zone ugrožene klizištima.

5. ZAKLJUČAK

Korišćenje DMT-a i izvedenih slojeva podataka pokazalo se kao efikasan, ekonomičan i vremenski štedljiv metod za prepoznavanje i uočavanje klizišta, kojim se mogu zahvatiti 5-10 puta veće površine u poređenju sa VFT (Vazdušnim foto tumačenjem), od toga 3 do 4 puta veće površine za isti budžet. Iako se koristi kao dopuna tradicionalnim metodama, nije predviđeno da ih zameni. Jedna od najbitnijih stavki kod svakog procesa sa daljinskim posmatranjem i identifikacijom je terenska kalibracija i verifikacija.

Iako se sam proces većim delom sprovodi u okviru GIS-a, metodom ne bi trebalo da rukuje osoblje koje nije upoznato sa geomorfološkim osobinama područja. Posmatranje i procena od strane iskusnih geo-stručnjaka uvek će predstavljati ključni element u tumačenju i pripremi svakog posmatranog klizišta, bez obzira na korišćenu tehniku. Stvaranje opširnih opisa klizišta značajno olakšava planiranje i odlučivanje lokalnim i državnim vlastima o korišćenju odgovarajućeg zemljišta. Korišćenje DMT-a za prepoznavanje klizišta pokazao se kao izuzetno koristan metod i njegova dalja upotreba je preporučena.

6. LITERATURA

- [1] Miner, A.S., Flentje, P., Mazengarb, C. and Windle, D.J. 2010. "Landslide Recognition using LiDAR derived Digital Elevation Models Lessons learnt from selected Australian examples". *Geologically Active, Proceedings of the 11th IAEG Congress of the International Association of Engineering Geology and the Environment, Auckland, New Zealand, 2010.*
- [2] R. Fell, J. Corominas, C. Bonnard, L. Cascini, E. Leroi, W.Z. Savage „Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning *Engineering Geology*“, 102 (2008), str. 85–98
- [3] Australian Geomechanics "Journal and News of the Australian Geomechanics Society" Volume 42 No 1 March 2007



Kratka biografija:

Danilo Korać, rođen u Novom Sadu 29.05.1983. Završio osnovnu školu Svetozar Marković Toza, u Novom Sadu 1998., gimnaziju Jovan Jovanović Zmaj, u Novom Sadu 2002. Upisao 2002. godine Fakultet tehničkih nauka smer elektrotehnika i računarstvo, odsek računarstvo i automatika, usmerenje automatika i upravljanje sistemima.

**PREGLED MATERIJALA I TEHNOLOGIJA IZRADE
FOTONAPONSKIH ĆELIJA I PANELA**
**OVERVIEW OF MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR
PHOTOVOLTAIC CELLS AND PANELS MANUFACTURING**

Sergej Furtula, Vladimir Katić *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad obrađuje materijale i tehnologije izrade fotonaponskih ćelija i panela, pri čemu se objašnjava solarna energija, njen uticaj, principi, način rada i struktura solarnih ćelija, tehnologije njihove izrade, kao i trendovi njihove proizvodnje i tržišta.

Abstract - *The paper deals with materials and technology of photovoltaic cells and panels, in which is explained solar energy, its impact, the principles, operation and structure of solar cells and technologies of their manufacturing, PV production and PV market trends.*

Ključne reči: *Solarna energija, solarne ćelije, primenjivani materijali, proizvodne tehnologije, PV paneli, tržište, proizvodnja*

Key words: *Solar energy, solar cells, applied materials, manufacturing technologies, PV panels, market, manufacturing.*

1. UVOD

Solarna energija predstavlja nepresušan izvor „zelene energije“, koja se pretvara u električnu u solarnim (fotonaponskim) ćelijama, pri čemu se mehanizam pretvaranja naziva fotonaponski (FN) efekat. Razvoj tehnologije izrade solarnih ćelija počinje tek pri kraju 20. veka. Materijali koji se koriste imaju različite apsorbivne osobine (mogućnosti korišćenja energije određenog dela spektra solarne energije), a izbor materijala u mnogome određuje njene osnovne karakteristike: maksimalnu snagu i faktor efikasnosti. U cilju povećanja izlazne snage, solarne ćelije se povezuju i pakuju u solarne panele koji dodatno imaju zaštitnu ulogu od atmosferskih prilika i nečistoća.

Razvoj tržišta solarnih ćelija i solarnih panela, značajno doprinosi unapređivanju postojećih tehnologija i razvijanju novih, što dodatno utiče na smanjenje cene električne energije dobijene na ovaj način. Konkurentnost po ceni i pozitivni uticaji korišćenja na životnu sredinu, ističu FN panele kao tehnologiju budućnosti za dobijanje električne energije.

NAPOMENA:

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

2. SILICIJUMSKE MONOKRISTALNE I POLIKRISTALNE ĆELIJE

Materijal koji se najviše primenjuje za izradu fotonaponskih ćelija je silicijum u monokristalnom i polikristalnom obliku, iako ne predstavlja idealni materijal za ovu namenu. Pre svega to je materijal sa indirektnim energetskim proceptom, što ga ne svrstava u materijale sa dobrim apsorptivnim osobinama. Međutim, razvoj tehnologije izrade silicijumskih pločica zbog njihove primene u mikroročunarskoj elektronici je doprineo njegovoj dominaciji na tržištu. Osim toga, prve solarne ćelije su koristile pločice sa mehaničkim defektima na površini koje su bile nepogodne za izradu elektronskih komponenti sa jedne strane, a zbog smanjene površinske refleksije su bile dobar materijal za izradu solarnih ćelija.

Monokristalni silicijum se dobijaju postupkom Čohralski ili postupkom lebdeće zone, a polikristalni metodom izvlačenja silicijumskih traka, pre svega EFG metoda sa definisanom ivicom. Sama izrada silicijumskih pločica (početni materijal, rast kristala i sečenje) predstavlja najskuplji proces u izradi solarnog panela sa više od 65% ukupne cene gotovog proizvoda.

Sledeći tehnološki procesi u proizvodnji solarne ćelije su: formiranje PN i PP+ sloja; oksidacija; izvođenje električnih kontakata; nanošenje antirefleksivnog sloja.

Solarne ćelije od monokristalnog Si su dostigle efikasnost od 24,5% u laboratorijskim uslovima, ali na tržištu su ćelije efikasnosti do 16%, a polikristale do 14,5%. [1]

Smatra se da solarne ćelije treba da imaju minimalnu efikasnost od oko 10 %, kako bi da bile pogodne za upotrebu (osim za neke posebne primene u potrošačkim proizvodima). Međutim, njihova cena je i dalje visoka. Iz tog razloga, u istraživačkim laboratorijama, kao i u proizvodnji, poboljšanje efikasnosti pretvaranja predstavlja prioritet.

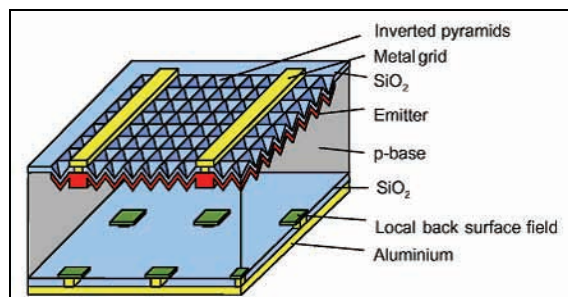
Solarne ćelije se povezuju u serijski-paralelno u grupe i moraju da budu hermetički zatvorene. Tako se formiraju moduli, koji se postavljaju na noseće konstrukcije i povezuju na električne instalacije preko uređaja za konverziju DC/AC, mrežni napon. Svi ovi faktori imaju jak uticaj na ukupne troškove dobijanja fotonaponske električne energije, koja je danas i dalje značajno skuplja od energije dobijene iz fosilnih goriva. Ipak, razvojem tehnologije i povećanjem industrijskih kapaciteta za proizvodnju, padaju troškovi, pa i cene postaju konkurentnije.

3. NAPREDNE SILICIJUMSKE SOLARNE ČELIJE

Rekordne efikasnosti pretvaranja solarne energije u električnu poslednjih godina su postignute isključivo pažljivim projektovanjem uzimajući u obzir mehanizme gubitaka i njihovo umanjjenje.

Optički gubici nastaju usled refleksije na površini poluprovodnika i mogu da se umanje nanošenjem antirefektivnog sloja i teksturizacijom površine. Električni gubici bi se mogli podeliti u dve grupe: omske i gubitke usled rekombinacije.

Optimizovani dizajn silicijumske solarne ćelije je inkorporiran u modernim visoko-efikasnim solarnim ćelijama, kao što je ćelija sa slike 1. Ovakve ćelije bi trebale da dostignu efikasnost od 23-24%. Zapažaju se sledeći bitni detalji: bazni sloj debljine 200 μm od silicijuma dobijenog postupkom lebdeće zone (manje neželjenih primesa); teksturiran površinski sloj oblikom obrnutih piramida i antirefektivni sloj; uski metalni kontakti koji vode od kontaktnih nožica u lokalnu visokodopiranu emittersku oblast; dobra pasivizacija površinskog sloja dobijena niskim dopiranjem; kontakt na zadnjoj površi ima reflektujuća svojstva kako bi se svetlost vratila u ćeliju. [2]



Slika 1 - Dizajn moderne visokoefikasne solarne ćelije

Na osnovu ovog modela solarne ćelije dolazi se i do drugih varijacija kao što su: bifacijalne solarne ćelije – fotoosetljive ćelije sa obe strane (efikasnost do 20%); ćelije sa ukopanim kontaktima – lasersko ukopavanje kontakata čime se povećava aktivna površina ćelije (efikasnost od 18% do 21% u laboratorijskim uslovima). Zanimljivu strukturu predstavljaju solarne ćelije sa koncentradorima pri čemu se postiže efikasnost od čak preko 30% sa koncentradorima 400 puta.

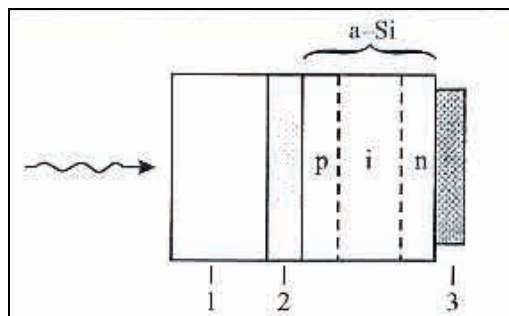
4. OSTALI MATERIJALI KORIŠĆENI ZA IZRADU SOLARNIH ČELIJA

4.1. Amorfni silicijum

Primenom amornog silicijuma (a-Si) smanjeni su troškovi proizvodnje poređeni sa troškovima proizvodnje monokristalnog silicijuma i gubici prilikom sečenja na vejfere. Korišćenjem ovog materijala moguće je dobiti mnogo tanje pločice nego što je to slučaj sa pločicama monokristalnog silicijuma. Dobija se postupkom hemijskog taloženja pojačanog plazmom – PECVD pri čemu se dopira vodonikom.

Legura a-Si:H ima veću širinu zabranjene zone $E_g=1,55-1,87$ eV i veći koeficijent apsorpcije solarnog zračenja od kristalnog silicijuma. Amorfni silicijum bolje apsorbuje

UV spektar zračenja od kristalnog silicijuma. U vidljivom delu spektra sunčevog zračenja apsorpcija amornog silicijuma je deset puta veća od apsorpcije kristalnog silicijuma. Amorfni silicijum debljine 0,2 μm u potpunosti apsorbuje zelenu boju na kojoj se nalazi maksimum spektra sunčevog zračenja.



Slika 2 - Šematski prikaz poprečnog preseka a-Si solarne ćelije na staklu

Prva komercijalna a-Si solarna ćelija pojavila se 1980. godine i imala je efikasnost 3%, a do danas se radi na usavršavanju tehnološkog procesa, pre svega zbog niže cene i manje osetljivosti pri transportu za razliku od kristalnih solarnih ćelija. Vrste solarnih ćelija od a-Si razlikujemo prema materijalu na koji se vrši depozicija a-Si, a to može biti staklo, plastika, metal, pri čemu taj materijal ne utiče na njene karakteristike.

Efikasnost a-Si solarnih ćelija je do 10%, a da bi amorfni silicijum postao ekonomski prihvatljiviji potrebno mu je povećati pouzdanost tokom upotrebe, sniziti cenu i postići veću stabilnost efikasnosti. [3]

4.2. a-Si/c-Si heterostrukture

Zanimljiv je razvoj kombinovane tehnologije kristalnog i amornog silicijuma. Ovakve strukture nazivamo heterostrukturama. Apsorpcija svetlosti se odvija većinski u delu koju čini monosilicijum ili polisilicijum. Kristalni silicijum se nalazi između dva tanka sloja amornog silicijuma. Ovakva konfiguracija solarne ćelije ima sledeće prednosti: brzina površinske rekombinacije je veoma mala; svi procesi proizvodnje ovakve ćelije se odvijaju na temperaturi ispod 200 $^{\circ}\text{C}$; manje energije potrebno za proizvodnju ovih ćelija; niža cena tehnologije proizvodnje ovog tipa solarnih ćelija.

Najbolje rezultate koristeći ovu tehnologiju je postigla japanska kompanija „Sanyo”, čak 20,7% za ćeliju površine 101 cm^2 upotrebom kristalnog silicijuma dobijenog Čohralski procesom. „Sanyo” je razvio tzv. HIT strukturu (heterostruktura sa tankim slojem bez primesa) koja predstavlja kompoziciju a-Si(p+)/a-Si(i)/c-Si(n)/a-Si(i)/a-Si(n+).

4.3. GaAs

Zahvaljujući širini zabranjene zone od 1,45 eV, koeficijentu apsorpcije $\sim 10^5 \text{ cm}^{-1}$ i tački topljenja od 1238 $^{\circ}\text{C}$, GaAs predstavlja idealan materijal za formiranje solarnih ćelija. GaAs solarne ćelije se proizvode od monokristalnog i polikristalnog GaAs. Proizvedene su solarne ćelije efikasnosti oko 25%. Međutim to je redak, skup, otrovni materijal što mu ograničava široku primenu.

Pošto su GaAs ćelije termostabilne često se koriste kod fotonaponskih sistema sa koncentradorima Sunčevog zračenja. Efikasnost GaAs ćelija sa koncentradorima je 30-35%.

4.4. Kadmijum teluridne (CdTe) solarne ćelije

Kadmijum teluridne solarne ćelije koriste tanki film kadmijum telurida (CdTe) kao poluprovodnički sloj za fotonaponsko pretvaranje.

Kadmijum prisutan u ćelijama je toksičan ako se ispusti. Međutim, ispuštanje je nemoguće tokom normalnog pogona ćelije i malo je verovatno u slučaju požara na stambenom krovu.

Istraživanja rađena sa monokristalima kadmijum telurida (CdTe) rezultovala su Sunčanim ćelijama efikasnosti 21% (ćelija sastavljena od n-tipa CdTe kristala u koji je unesen indijum). CdTe ima $E_g=1,5$ eV i predstavlja skoro idealan materijal za solarne ćelije.

4.5. $CuIn_xGa(1-x)Se_2$

Bakar indijum galijum (di)selenid - CIGS je materijal direktnog energetskog procepa. On ima najveću efikasnost među materijalima tankog filma (~20%). Tradicionalne metode proizvodnje obuhvataju procese u vakuumu uključujući veštačko isparavanje i raspršivanje. Nedavna istraživanja u „IBM-u“ i „Nanosolaru“ su za cilj imala smanjenje cene koristeći obradu rastopa bez vakuuma.

4.6. Organske solarne ćelije

Organske solarne ćelije su relativno nova tehnologija, koja ima potencijal da znatno smanji cene i stoga da omogući brži povratak investicija. Ove ćelije mogu biti obrađene iz rastvora, pa otuda mogućnost jednostavnog procesa ispisa koji vodi do jeftine proizvodnje na veliko. Efikasnosti pretvaranja energije upotrebom provodnih polimera dostignute do danas su niske u poređenju s neorganskim materijalima. Najviša potvrđena efikasnost je 8,1%. Ove ćelije bi takođe mogle biti korisne u primenama gde su bitni mehanička fleksibilnost i mogućnost neškodljivog uklanjanja, ali pre nego što bi se krenulo u masovnu proizvodnju ovih uređaja efikasnost fotonaponske konverzije bi se značajno trebala popraviti. Ovi uređaji se razlikuju od ćelija napravljenih od neorganskih poluprovodnika po tome što se ne oslanjaju na veliko ugrađeno električno polje PN spoja za razdvajanje elektrona i šupljina stvorenih pri upijanju fotona. Aktivno područje organske ćelije sastoji se od dva materijala: jednog koji deluje kao donor elektrona, i drugi kao primalac. Na MIT univerzitetu se poslednjih godina dosta istražuje sa transparentnom solarnom ćelijom napravljenom od organskih molekula, koja sakuplja energiju infracrvenog spektra tako da dozvoljava vidljivoj svetlosti da prođe kroz nju.

4.7. Višeslojne solarne ćelije – tandem solarne ćelije

Veća efikasnost fotonaponske konverzije Sunčevog zračenja može se postići ukoliko se umesto jednog poluprovodnika s jednim PN-spojem koristi struktura sa

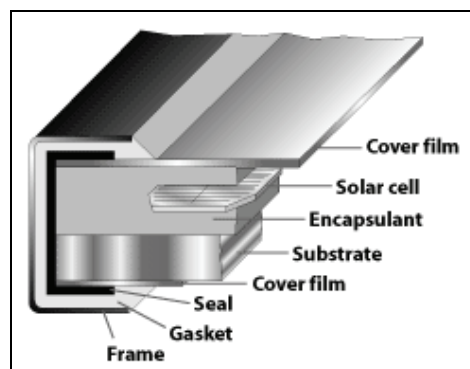
dvostrukim ili višestrukim pn-spojevima različitih poluprovodničkih materijala. Prvi poluprovodnik treba da ima veću širinu zabranjene zone i da apsorbuje kratkotalasni deo, a propušta dugotalasni deo spektra Sunčevog zračenja. Drugi poluprovodnik treba da apsorbuje dugotalasni deo spektra Sunčevog zračenja. U pogledu konstrukcije razlikuju se dva tipa tandem solarnih ćelija i to: monolitne i mehaničke.

Monolitna tandem solarna ćelija sastoji se od dve solarne ćelije koje se nalaze u direktnom kontaktu, jedna iznad druge. Gornja ćelija je napravljena od materijala sa većom, a donja sa manjom širinom zabranjene zone. Najveća teorijska efikasnost dve ćelije je 41,9%, dok je za beskonačan broj ćelija granična efikasnost 86,6%.

Kod mehaničkih tandem solarnih ćelija dve solarne ćelije od materijala sa različitim širinama zabranjenih zona nalaze se jedna iznad druge. Komponentne ćelije su međusobno odvojene slojem transparentnog izolatora i svaka ima po dva električna izvoda preko kojih mogu da se povezuju serijski, paralelno ili kombinovano.

5. SOLARNI PANELI

Solarni panel predstavlja slojevitú strukturu u koju se inkapsuliraju solarne ćelije (slika 3).



Slika 3 - Poprečni presek solarnog panela

Površinski slojevi modula su providni. Prvi spoljašnji sloj (zaštitno staklo) služi da zaštiti ostatak strukture od uticaja sredine (kiša, grad, so, vodena para, nečistoće u gasovima koje mogu uzrokovati koroziju delova ćelije, UV zraci). Zaštitno staklo je često ojačano u cilju zaštite ćelije od mogućih oštećenja prouzrokovanih gradom i vetrom. Providan adhezivni materijal pričvršćuje zaštitno staklo na ćeliju, a sam materijal je vodootporan. Sama ćelija je često prekrivena antirefektivnim filmom. Donji sloj ćelije koji se takođe naziva zadnji kontakt je tanki metalni film. Pozitivni i negativni kontakti se nalaze unutar razvodne kutije koja je sa zadnje strane modula. Zadnja strana modula se pokriva ili slojem polimernog potpornog materijala ili staklom. Ram je izrađen najčešće od aluminijuma i daje modulu potrebnu mehaničku stabilnost za postavljanje u različitim pravcima.

U zavisnosti od geografskih i klimatskih karakteristika, instalacija solarnih panela zahteva i odgovarajuću nosivu konstrukciju koju nazivamo mehanički podsistem. Ukoliko instalacija solarnog panela treba da omogući i automatsku optimalnu orijentaciju uzimajući u obzir upadno sunčevo zračenje u sklopu konstrukcije imamo i tzv. podsistem za orijentaciju.

Solarne ćelija se u modulu povezuju serijski ili serijski i paralelno. Serijska veza solarnih ćelija kao i solarnih modula stvara nepoželjni efekat kada je solarna ćelija ili modul u potpunosti ili delimično u senci. Tada se neispravna ili osenčena ćelija ponaša kao potrošač koji se zagreva i predstavlja vruću tačku veze. U ovoj situaciji može doći i do uništavanja osenčene solarne ćelije.

Kako bi se izbegle ove situacije tzv. bypass diode su povezane antiparalelno solarnim ćelijama tako da ne može da dođe do proboja solarne ćelije.

Intenzivna istraživanja širom sveta su usmerena na poboljšanje performansi solarnih fotonaponskih ćelija i smanjivanje njihovih cena, ali veoma je malo pažnje posvećeno najboljim načinima uređenja tih ćelija, koje su tipično postavljene ravno na krovu ili drugoj površini, ili ponekad zakačene za motorizovane strukture koje usmeravaju ćelije ka Suncu.

6. TRŽIŠTE I PROIZVODNJA FOTOĆELIJA I FOTOPANELA

Od prvih PV sistema koji su instalirani do danas, prošlo je više od 40 godina. Tokom poslednje decenije, PV tehnologija je stekla toliki potencijal da postaje glavni izvor energije za svetske potrebe.

Trenutno, EU je najveće svetsko PV tržište sa skoro 30GW do sada instaliranih sistema. Sagledano u celini, EU tržište je dosta neuravnoteženo. Nemačka, Italija, Češka, Francuska i Belgija su apsolutni lideri, dok u mnogim drugim zemljama se tek očekuje razvoj tržišta, ali na to utiču mnogi faktori, a pre svega restriktivni propisi.

Globalno gledano, osim najveća tri tržišta koju čine EU, APEC (Azija-Pacifik) i Severna Amerika, Srednji Istok i Severna Afrika (MENA) predstavljaju veliki neiskorišćeni potencijal kao i Južna Amerika i Afrika, gde će u narednim godinama potražnja za električnom energijom značajno porasti.

Proizvodnja fotoćelija i fotopanela do pre nekoliko godina je bila u najvećoj meri bazirana na proizvodnji u Evropi i Japanu, ali od 2007. godine se u trku značajnije uključuju i kineske kompanije, pa tako od 2010. godine više od 50% potreba svetskog tržišta upravo pokriva Kina. [5]

U lancu od proizvodnog procesa do konačnog instaliranja PV sistema, 2005. godine čak 75% troškova je predstavljala proizvodnja PV panela, a danas udeo tih troškova pada na 30-50%. Sve značajniji su troškovi noseće konstrukcije, kablova, akumulatora, invertora i troškovi instalacije sistema. Sem toga troškovi transporta značajno podižu cenu posebno u situaciji neusklađenosti zahteva tržišnih regija i proizvodnje.[6]

7. ZAKLJUČAK

Obzirom na veliki značaj svih obnovljivih izvora energije, svakodnevno se ulažu napor i velika finansijska sredstva u istraživanje novih materijala kao i poboljšanje postojećih tehnologija. Očekuje se da će rezultati biti višestruki: povećaće se efikasnost postojećih tehnologija, ali će se realizovati i novi koncepti solarnih ćelija, koje će imati veću efikasnost od postojećih; a pozitivan uticaj za životnu sredinu ne treba posebno obrazlagati. Ovim

razvojem novih tehnologija i primenama novih materijala u poslednjoj deceniji vreme otplate se smanjilo sa 7 na manje od 3 godine.

Idealni materijal za izradu solarne ćelije bi imao sledeće karakteristike: širina zabranjene zone između 1,1 i 1,7 eV, direktni energetske procep, pristupačan i netoksičan materijal, jednostavna tehnologija izrade, pogodan za proizvodnju na velikim površinama, dobru efikasnost, dugotrajnost i prihvatljivu cenu.

Gledano sa aspekta tržišta, fotonaponska industrija (iako tek u pvoju) beleži porast proizvodnih kapaciteta u industrijski jakim i stabilnim zemljama – prvenstveno u Kini, Japanu i Nemačkoj, ali i na novim tržištima srednje veličine u evropskim zemljama. U poslednjih nekoliko godina je došlo do nepodudaranja proizvodnih kapaciteta i potreba tržišta, sa jedne strane Kina i Tajvan kao najveći proizvođači i EU kao najveće svetsko tržište sa druge. Time troškovi transporta postaju sve značajniji faktor tako da se u budućnosti očekuje proširivanje proizvodnih kapaciteta i u Evropi.

Iako je EU na čelu sa Nemačkim tržištem imala primat, u budućnosti se očekuje značajan razvoj Kineskog tržišta čije kompanije danas imaju veliki udeo u svetskoj proizvodnji, a koje se baziraju na korišćenju novih materijala i tehnologija.

8. LITERATURA

- [1] Antonio Luque, Steven Hegedus, “*Handbook of photovoltaic science and engineering*”, Wiley, New York, 2003
- [2] A. Goetzberger, V.U. Hoffmann, „*Photovoltaic Solar Energy Generation*”, Springer, Freiburg, 2005
- [3] Tomislav M. Pavlović, Jasmina M. Radosavljević, Miroslav Lambić, „*Solarna energetika i održivi razvoj*“, Građevinska knjiga, Beograd, 2010
- [4] G. N. Tiwari and Swapnil Dubey, “*Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications*”, RSC Publishing, London, 2009
- [5] ****, “*Photovoltaic solar energy — Development and current research*”, European Commission report, Brussels, 2009
- [6] ****, “*Global Market Outlook for Photovoltaics until 2015*”, European Photovoltaic Industry Association, Brussels, 2011

Kratka biografija:



Sergej Furtula rođen je u Sarajevu 1983. god. Završio je Tehničku školu „Radoje Marić“ u Užicu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je jula 2012. god.



Vladimir A. Katić rođen je u Novom Sadu 1954. god. Diplomirao je na FTN u Novom Sadu 1978., a doktorirao na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1991. god. Od 2002. god. je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Oblasti interesovanja su Energetska elektronika, Obnovljivi izvori električne energije i Kvalitet električne energije.

DSL TEHNOLOGIJE

DSL TECHNOLOGIES

Slavko Pantoš, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *Digitalna pretplatnička petlja (DSL Digital Subscriber Loop) jeste zajednički naziv za čitav niz postupaka za digitalni prenos signala kroz standardne bakarne telefonske provodnike. Prvi eksperimenti na ovom polju datiraju sa kraja osamdesetih godina, i doveli su do nastanka ISDN tehnologije, posebne telefonske linije koja se sastoji od dva kanala, sa po 64 Kbps brzine prenosa podataka. Najznačajniji prodor u oblasti digitalnih pretplatničkih linija ostvaren je 1993. godine kada je John Cioffi, predstavio diskretnu višetonsku modulaciju. Od tada, a najviše zbog povećane potrebe za internetom, digitalne pretplatničke linije se razvijaju velikom brzinom i potreba za njima je danas, u eri kompjuterskih tehnologija, veća nego ikada.*

Abstract – *Digital Subscriber Loop is a common name for a number of procedures for digital signal transmission over copper telephone wires. First experiments in this field were carried at the end of 80-ties. They resulted in the development of ISDN, system for transmission of two 64 kbps digital signals over one twisted pair. The greatest progress occurred in 1993, when John Cioffi presented discrete multitone modulation. Until today progress is enormous, as well as the demand, mostly due to the development of Internet and other computer technologies.*

Ključne reči: *DSL, Internet, Internet protokoli, digitalizacija*

1. UVOD

U radu je dat pregled DSL tehnologija. Posebna pažnja posvećena je najviše korišćenim tehnologijama u okviru DSL-a, kao što su ADSL i VDSL (asimetrična i veoma brza DSL). Na osnovu toga učinjena je procena kako će teći razvoj ove tehnologije u budućnosti. U okviru nekih poglavlja ima i statističkih podataka o stanju i razvoju DSL-a danas, sto bi trebalo da posluži kao korisna informacija onima koji žele bolje da se upoznaju sa ovom tehnologijom, i to može biti polazna tačka njihovog daljeg interesovanja za ovu tehnologiju..

2. RAZVOJ TEHNOLOGIJA PRISTUPNIH MREŽA

Pristupna mreža (engl. access network) se sastoji od lokalnih petlji (engl. local loops), za koje se koristi i naziv pretplatničke linije (engl. subscriber lines), i pridružene im mrežne opreme (pretplatnička linija je definisana

NAPOMENA:

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

preporukom ITU-T G.101). Lokalne petlje povezuju lokacije krajnjih korisnika usluge s lokalnim centralama (engl. local exchanges, skr. LEs). U SAD češće se za lokalnu centralu koristi izraz central office (skr. CO). Tradicionalna pristupna mreža se sastoji uglavnom od kablova koji sadrže na hiljade upredenih parica (engl. twisted pairs, skr. TPs), pri čemu svaku paricu čini par bakarnih žica. Parice se od lokalne centrale razvode do krajnjih razdelnika (engl. feeder distribution interfaces, skr. FDIs). Krajnji razdelnici su tačke u pristupnoj mreži od kojih se upredene parice razvode sve do krajnjih korisnika usluge.

Proračuni iz 2000. godine koje je provela firma Paradyne pokazuju da širom sveta približno 700 miliona pretplatničkih parica povezuje rezidencijalne i poslovne korisnike s javnom komutiranom telefonskom mrežom (engl. Public Switched Telephone Network, skr. PSTN). Više od 95% lokalnih petlji sastoji se od jedne upredene parice koja podržava tradicionalnu fiksnu analognu govornu telefonsku uslugu (engl. Plain Old Telephone Service, skr. POTS). Ovaj broj premašio je jednu milijardu u toku 2003. godine.

Najveći deo parica u pristupnoj mreži predstavljaju neoklopljene upredene parice (engl. Unshielded Twisted Pair, skr. UTP). Iako oklapanje smanjuje nivo interferencije i šteta u upredenoj parici, glavni razlog za korištenje neoklopljenih parica u pristupnim mrežama leži u dimenzijama kabla. Kabel sa STP paricama znatno je deblji nego kabel sa UTP.

Sve do početka osamdesetih godina prošlog veka pristupna mreža korišćena je samo za prenos govornog signala u tzv. osnovnom opsegu od 300 do 3400 Hz. Pred kraj tog perioda počela je i primena telefaks uređaja i modema. Oni su prenosili digitalni signal, primenom jednostavnih tipova digitalne modulacije, i dalje u osnovnom opsegu. Govor i podaci nisu mogli da se prenose u isto vreme, a maksimalan brzina prenosa iznosila je 33,6 kbit/s.

Početkom osamdesetih godina uvedena je nova tehnologija nazvana uskopojasna digitalna mreža integrisanih usluga (engl. Narrowband Integrated Services Digital Network, skr. NISDN). Omogućila je istovremeni prenos govora i podataka i time znatno poboljšala usluge u odnosu na analogne pretplatničke linije. Pomoću interfejsa osnovne brzine (engl. Basic Rate Interface, skr. BRI), prenosna brzina na liniji iznosila je 160 kbit/s. BRI podržava istovremeni prenos dva B kanala B brzine 64 kbit/s, koji se koriste za prenos korisničkih informacija, i jednog D kanala brzine 16 kbit/s, koji se koristi za prenos signalizacije i prenos podataka malom brzinom. Interfejs primarne brzine (engl. Primary Rate Interface, skr. PRI) podržava istovremeni prenos 30 kanala B, od kojih svaki ima informacijsku brzinu 64 kbit/s, jednog kanala D

informacijske brzine 64 kbit/s i jednog dodatnog kanala informacijske brzine 64 kbit/s namenjenog sinhronizaciji okvira, što ukupno čini 2,048 Mbit/s. U Americi PRI ima informacijsku brzinu 1,544 Mbit/s (po svakom ramu od 23 kanala B, jedan kanal D i jedan bit po ramu namenjen sinhronizaciji rama).

Osnovni nedostatak PRI-a bio je u tome što se on izgrađuje nad E1/T1 linijama, pri čemu svaka linija koristi dve upredene parice, Zbog toga je je PRI bio zanimljiv isključivo poslovnim korisnicima. Kasnije je organizacija ITU usvojila da širokopolasne (engl. broadband) komunikacije koriste prenosne brzine veće od onih koje pruža PRI. Praktična donja granica za širokopolasne komunikacije iznosi 2 Mbit/s. Pošto lokalnu petlju uglavnom koriste rezidencijalni (kućni) krajnji korisnici i male firme (ta je grupa korisnika zajednički nazvana SOHO, engl. Small Office Home Office), prenosne brzine podržane N-ISDN-om bile su neko vreme zadovoljavajuće. Ubrzo su, međutim, ove brzine postale nedovoljne kako poslovnim tako i rezidencijalnim korisnicima.

Usledila je primena različitih varijanti kablovskih modema, o mreži za kablovsku distribuciju TV signala, nastaloj u toku devedesetih godina. Ova mreža imala je značajne nedostatke pošto ima sabirničku topologiju i svaki korisnik spojen na sabirnicu (engl. bus) šalje (engl. broadcast) svoje podatke svim ostalim korisnicima na sabirnici.

Istovremeno korišćenje sistema sa većim brojem korisnika značajno je obaralo pojedinačnu brzinu prenosa u odnosu na deklarisanu brzinu od 30 Mbit/s.

U toku devedesetih godina usledio je razvoj tehnologija digitalne pretplatničke linije (engl. Digital Subscriber Line, DSL). To su tehnologije pristupa osnovnoj mreži pomoću fiksnih linija.

Digitalna pretplatnička linija velike prenosne brzine (skr. od engl. High Bit-rate DSL, HDSL) bila je prva DSL-tehnologija koja je doživela uspeh na tržištu. Asimetrična digitalna pretplatnička linija (engl. Asymmetric DSL, skr. ADSL) doživela je najveći rast na tržištu, dok digitalna pretplatnička linija vrlo velike prenosne brzine (skr. od engl. Very high data rate DSL, VDSL) i dalje nudi najveće prenosne brzine od svih DSL-a. DSL tehnologije omogućuju istovremeni prenos DSL podataka i POTS-a jednom upredenom paricom (npr. ADSL).

Osnovnu podelu DSL-tehnologija moguće je načiniti u dve odvojene skupine: asimetrične DSL-tehnologije i simetrične DSL-tehnologije. Simetričnost se u ovom kontekstu odnosi na prenosne brzine u dolaznom i odlaznom smeru prenosa signala.

Ako su te dve brzine međusobno jednake, tada ta DSL-tehnologija pripada skupini simetričnih DSL tehnologija. U suprotnom se radi o asimetričnoj DSL-tehnologiji. U tabeli 1. dat je popis najznačajnijih DSL-tehnologija podeljenih prema simetričnosti usluge koju pružaju.

3. SMETNJE U PRENOSU ADSL

U poređenju sa modemima za prenos signala POTS-kanalima, DSL-tehnologije omogućavaju postizanje znatno većih brzina prenosa zbog toga što kod xDSL-a širina kanala nije ograničena na opseg od 300 do 3400 Hz.

Tabela 1. *Simetrične i asimetrične DSL-tehnologije i pripadajući standardi*

Asimetrične DSL-tehnologije	Simetrične DSL-tehnologije
CAP ADSL – nije standard	SDSL – vlasnički standardi
G.dmt – ITU-T G.992.1	HDSL – G.991.1, ETSI TS 101 135, ANSI T1.4-TR28
ADSL over ISDN – ITU-T G.992.1, Annex B	HDSL2 – ANSI T1.418
DMT2 – ANSI T1.413.2	IDSL – ISDN over DSL
G.lite – ITU-T G.992.2	
G.dmt.bis (ADSL2) – ITU-T G.992.3	SHDSL – ITU-T G.991.2, ETSI TS 102 524, ANSI T1.422
G.lite.bis (half-rate ADSL2) – ITU-T G.992.4	
ADSL2plus – ITU-T G.992.5	
VDSL – ITU-T G.993.1	
VDSL2 – ITU-T G.993.2	

Međutim, proširenje opsega dovodi do većeg slabljenja signala kao i do mnogih drugih problema koji su bili zanemarivi u prenosu POTS-kanalima. Upotrebljiva širina prenosnog opsega lokalne petlje zavisi od brojnih faktora, kao što su dužina petlje, karakteristična impedansa linije, srednja snaga signala, frekvencija signala i tehnika linijskog kodovanja.

Što je viša frekvencija signala to je veće i njegovo prigušenje pa je signal na ulazu u prijemnik na drugom kraju petlje slabiji. Zbog toga se povećava verovatnoća greške.

Dominantna pitanja vezana uz smetnje i štetne uticaje na digitalne pretplatničke linije su sledeća (Slika 3.1):

- prigušenje signala,
- premošteni odvojeci,
- Pupinovi kalemovi (engl. loading coils),
- neprilagođena impedansa,
- preslušavanje (engl. crosstalk).

Interesantno je da su Pupinovi kalemovi postali značajna prepreka kvalitetnom i brzom prenosu podataka i morali su da budu uklonjeni na svim trasama koje su korišćene za prenos DSL signala.

4. ADSL

ADSL je najčešće korišćena tehnologija kod nas. Brzine prenosa ADSL-a podudaraju se sa brzinama američkih i evropskih PDH-sistema (engl. Plesyochronous Digital Hierarchy).

Performanse dveju konfiguracija ADSL-a, od kojih jedna omogućava prenos u dolaznom smeru brzinom 1,5 ili 2 Mbit/s te brzinom od 256 kbit/s u odlaznom smeru, a

druga pruža dolaznu brzinu od 6,1 Mbit/s i odlaznu brzinu od 1 Mbit/s, prikazane su u tabeli 2. Vidi se da osobine sistema značajno zavise od prečnika korišćenih provodnika.

Tabela 2. Osobine najčešće korišćenog ADSL

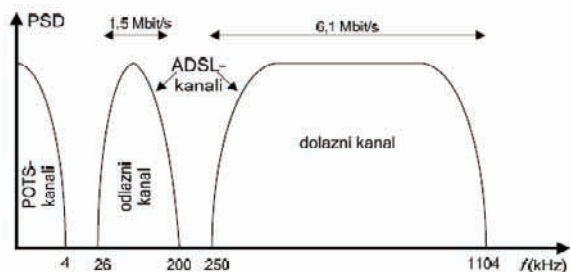
Prenosna brzina	Prečnik provodnika	Domet prenosa
1,5 ili 2 Mbit/s	0,5 mm	5,5 km
1,5 ili 2 Mbit/s	0,4 mm	4,6 km
6,1 Mbit/s	0,5 mm	3,7 km
6,1 Mbit/s	0,4 mm	2,7 km

5. MODULACIONI POSTUPCI

Kod ADSL se koriste CAP (engl. Carrierless Amplitude/Phase, tj. modulacija u osnovnom opsegu, bez nosioca) ili diskretna višetonska modulacija (engl. Discrete Multitone, DMT). Starije verzije ADSL-a koriste modulaciju CAP. Složenija tehnologija, nazvana DMT, opisana je pomoću četiri standarda koji su već u primeni ili u razvojnoj fazi. Najrasprostranjenija verzija DMT-a je svetski prihvaćen standard G.dmt definisan preporukom ITU-T G.992.1. G.dmt definiše način povezivanja lokalne centrale s krajnjim korisnikom. Standard omogućava istovremeni prenos POTS-a ili ISDN-a istom upređenom paricom kojom se prenose i ADSL-podaci. Upravo zahvaljujući složenom postupku DMT, G.dmt, poznat i pod nazivom ADSL pune brzine (engl. full-rate ADSL), omogućava dolazne brzine i do 8,1 Mbit/s.

DMT se zasniva na raspodeli bita po potkanalima (engl. subchannels), pri čemu svaki potkanal ima svog podnosioca (engl. subcarrier), a podaci se u svakom potkanalu prenose korišćenjem kvadrature amplitudske modulacije (engl. Quadrature Amplitude Modulation, skr. QAM).

Dolazni i odlazni kanal ADSL-a ne preklapaju se s POTS-kanalima jer je izvršena frekvencijska modulacija. U G.dmt-u koji koristi FDM jedan se opseg koristi za dolazni smer, a drugi za odlazni smer. Ta se dva opsega međusobno ne preklapaju (Slika 1.).

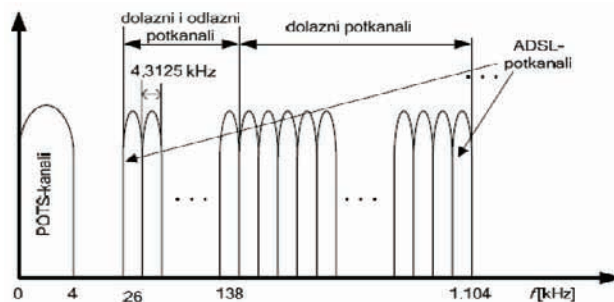


Slika 1. Dodela kanala u FDM-verziji G.dmt-a

5.1. ADSL-potkanali

DMT deli frekvencijsko područje do 1,104 MHz u 256 potkanala, svaki širine 4,3125 kHz (Slika 2.). Svaki

potkanal je nezavistan od ostalih, ima svoj podnosilac (engl. subcarrier), te sopstveni redosled simbola koje prenosi. Linijska brzina po svakom potkanalu je konstantna i iznosi 4000 QAM simbola u sekundi.



Slika 2. Dodela kanala u DMT

DMT omogućava pridruživanje bita potkanalima na takav način da propusnost (engl. throughput) svakog potkanala bude maksimalna moguća (broj bita po simbolu u svakom potkanalu može varirati između 0 i 8). Ako bilo kojim od potkanala nije moguće prenositi podatke, moguće ga je isključiti iz prenosa, a ostatak raspoloživog frekvencijskog pojasa optimalno se koristi. Potkanali se koriste u oba smera prenosa, s time da se veći broj potkanala koristi u dolaznom smeru. Teoretski, ATU-C može slati 256 kanala u dolaznom smeru, dok ATU-R može slati 32 potkanala u odlaznom smeru, što vodi do teoretski ostvarivih prenosnih brzina od 8,192 Mbit/s u dolaznom, odnosno 1,024 Mbit/s u odlaznom smeru prenosa. Međutim, većina ADSL-sistema podržava zaštitni frekvencijski pojas kako bi izbegli interferenciju ADSL-podataka s POTS-om. Interferencija je sprečena tako da ADSL ne koristi prvih pet potkanala za prenos sopstvenih podataka.

5.2. Prednosti i nedostaci ADSL-a

Poređenje ADSL-a sa dial up modemima

- ADSL omogućava neprekidnu vezu krajnjeg korisnika na nivou ADSL-a, što ne utiče na prenos POTS-a istom lokalnom petljom, dok kod modema za prenos signala POTS kanalima uspostava konekcije nužno predhodi prenosu korisničkih podataka, a po završetku prenosa konekciju je potrebno raskinuti;
- modemi za prenos signala POTS-kanalima previše su spori (prenosna brzina ograničena na 56 kbit/s, odnosno 33.600 bit/s) i ne podržavaju istovremeni prenos POTS-a i podataka jednom paricom.

Poređenje sa ISDN-om:

- ADSL, za razliku od N-ISDN-a, podržava istovremeni prenos POTS-a i ADSL podataka istom upređenom paricom;
- u slučaju nestanka napajanja električnom energijom, te ukoliko je ADSL-modem na nekoj lokalnoj petlji izvan pogona, POTS se i dalje nesmetano prenosi tom petljom;
- ADSL se obično nudi korisnicima kao usluga s *tarifiranjem nezavisno od količine prenetih podataka* (engl. Flat rate), za razliku od N-ISDN-a koji se obično tarifira na temelju intenziteta korišćenja usluge

Poređenje s kablovskim modemima:

- temelj sistema kablovskih modema je mreža kablovske televizije, čija dostupnost može biti geografski ograničena

(izgradnja CATV-infrastrukture zahteva saglasnost većeg broja potencijalnih krajnjih korisnika). CATV-mreža se obično ne proteže u retko naseljena područja;

- kablovski modemi su teoretski brži od ADSL modema – podržavaju do 30 Mbit/s u dolaznom smeru i do 1 Mbit/s u odlaznom smeru. Naravno, prenosna brzina kablovskih modema zavisi od broja korisnika priključenih na kablovsku sabirnicu i njihovog ukupnog istovremenog saobraćaja;
- kod kablovskih modema nema ograničenja dometa unutar područja koje pokriva neki kablovski operater – razlog tome je veća mogućnost regeneracije signala nego kod ADSL-a;
- veze uspostavljene pomoću kablovskih modema nisu sigurne (mreža ima topologiju sabirnice), dok kod ADSL-a svaki krajnji korisnik koristi zasebnu upređenu paricu koju ne deli s drugim krajnjim korisnicima;
- u poređenju sa ADSL-om, maksimalni domet i cena čine kablovske modeme konkurentnim ADSL-u, a uz to mogu podržati i veće prenosne brzine od ADSL-a.

Poređenje s tehnologijama bežičnog umrežavanja:

- glavica bežičnih tehnologija koje su primenjive u lokalnim petljama još nisu dovoljno tehnološki sazrele niti su prihvaćene na svjetskom nivou – još uvek nema dovoljno dovršenih standarda;
- osnovni nedostatak mnogih bežičnih tehnologija jeste ograničenost dometa *optičkom vidljivošću* (engl. *line of sight*, skr. LOS) između krajeva lokalne petlje.

Nabrojajući sve njegove prednosti i nedostatke, moguće je utvrditi da je ADSL atraktivniji rezidencijalnim i SOHO-korisnicima nego što su to modemi za prenos signala POTS-kanalima ili N-ISDN. Kablovski modemi mogu da istisnu ADSL u područjima gdje je odgovarajuća kablovska infrastruktura već izgrađena; u suprotnom je ADSL bolja opcija. E1/T1 i ADSL su očito usmereni na različite populacije korisnika.

Konačno, samo bežične tehnologije pokazuju znakove da bi mogle ozbiljno ugroziti ADSL. U odnosu na žične tehnologije, bežične tehnologije će uneti znatno veću fleksibilnost u pristupne mreže. U ruralnim područjima, u kojima kablovska infrastruktura obično nije dovoljno izgrađena (a takva je situacija u većini ruralnih područja širom sveta), bežične tehnologije već predstavljaju najbolji izbor za realizaciju pristupa. Operatori ADSL-sistema treba da se primarno fokusiraju na gradska i prigradska područja.

6. ZAKLJUČAK

U poslednjih nekoliko godina širokopojasni pristup je ustanovljen kao standard. Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (engl. Organization for Economic Cooperation and Development, skr. OECD) traži načine kako bi omogućila širokopojasni pristup u ruralnim i drugim udaljenim područjima.

DSL-tehnologije, koje poseduju izraženu širokopojasnost, imaju dobru perspektivu, uglavnom zbog činjenice da se oslanjaju na postojeću infrastrukturu upređenih telefonskih parica. Pronalazak novih tehnika digitalne obrade signala, uvođenje novih tehnika linijskog kodovanja i modulacija u digitalni prenos i proizvodnja upređenih parica boljeg kvaliteta od postojećih predstavljaju faktore koji stalno povećavaju prenosne brzine xDSL-a.

Međutim, o xDSL-u nisu samo signali i parice, već takođe i potpuni pristupni sistem koji povezuje krajnje korisnike s lokalnim centralama. Ključni kriterijumi pri odabiru fleksibilnog DSL-sistema su sledeći:

- mogućnost sistemskog rešenja da podrži višestruke vrste usluga na jednoj zajedničkoj platformi,
- skalabilnost sistema na osnovu koje može podržati od nekoliko korisnika do nekoliko stotina hiljada korisnika,
- mogućnost sistemskog rešenja da pruža pouzdano upravljanje mrežom s kraja na kraj, posebno prilikom podrške aplikacijama ključnim za nečije poslovanje,
- jednostavnost pružanja sistema korisnicima na upotrebu i njegove integracije sa aplikacijama operacionog sistema (engl. Operation System Support, skr. OSS).

Razvoj optičkih mreža jedini može da ugrozi primat xDSL.

7. LITERATURA

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Voice_over_IP
- [2] http://docwiki.cisco.com/wiki/Resource_Reservation_Protocol
- [3] <http://www.pulsewan.com/data101/pdfs/rsvp.pdf>
- [4] http://www.cisco.com/en/US/technologies/tk543/tk766/technologies_white_paper09186a00800a3e2f.html
- [5] http://www.cisco.com/en/US/products/ps6607/products_white_paper09186a00800a4455.shtml
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol_Label_Switching
- [7] <http://www.open.telekom.rs/>

Svi podaci skinuti u julu i avgustu 2012.

Kratka biografija:

Slavko Pantoš rođen je u Sanskom Mostu 1978. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacioni sistemi odbranio je 2012. god.

SERVISNO ORIJENTISANA ARHITEKTURA**SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE**Zoran Tovarloža, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je servisno orijentisana arhitektura (SOA). Opisane su principi SOA, prednosti i zamke kao i najčešća implementacija – web servisi.

Abstract – This paper gives an overview of service oriented architecture. It describes fundamentals of SOA, advantages and possible risks of such approach as well as the most common implementation of SOA – web services.

Ključne reči: Servisno orijentisana arhitektura, SOA, softverska arhitektura, web servisi

1. UVOD

Servisno orijentisana arhitektura je skup principa za izgradnju autonomnih, međusobno povezanih programskih komponenti. SOA predstavlja pristup u izgradnji distribuiranih sistema kod koga se globalna funkcionalnost aplikacije postiže korišćenjem komponenti ili servisa. Servisi se generalno realizuju kao softverski entiteti koji vrše interakciju sa aplikacijama ili drugim servisima. Servis se sastoji od jedne ili više komponenti koje rade zajedno u cilju ostvarivanja funkcije koju servis reprezentuje. Kako servisi najčešće realizuju neki od zadataka logičkog sloja višeslojnih aplikacija, može se reći da je SOA funkcionalno a ne tehnološki orijentisana arhitektura. Na taj način SOA menja postojeću arhitekturu višeslojnih aplikacija uvodeći dodatni nivo koji kroz standardne programske interfejse omogućava integraciju.

2. DEFINICIJA I PRINCIPI SOA

Servisno orijentisana arhitektura predstavlja skup principa koji omogućavaju izradu softvera koji se oslanja na interoperabilne servise.

W3C (<http://www.w3.org>) dao je definiciju SOA kao skup komponenti koje mogu biti upotrebljene i čiji interfejs može biti publiciran i pronađen.

2.1. Servis

Osnovni element servisno orijentisane arhitekture jeste servis. Servis predstavlja distribuiranu komponentu koja poseduje dobro formiran interfejs, a obrađuje i isporučuje XML poruke. Zasnivanje arhitekture na servisu omogućava povezivanje različitih delova nekog preduzeća, koje može da sadrži više različitih sistema i aplikacija na različitim platformama. Upotrebom servisno orijentisane arhitekture oni se međusobno povezuju u slabo (loosely) povezan sistem. Prednost ovakvog načina

NAPOMENA:

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

povezivanja jeste izbegavanje problema koji mogu nastati prilikom promena na nekom od krajeva, bilo da je u pitanju server ili klijent.

2.2. SOA principi

- Apstrakcija servisa (Service abstraction)

Ovo je princip koji nam omogućava da predstavimo servise kao „crne kutije“ tako što krijemo unutrašnju implementaciju od klijenata.

- Servisi su ponovno iskoristivi (Service reusability)

Ovo je jedan od osnovnih principa SOA. Bez obzira da li postoji potreba za višestruku iskoristivost servisa, potencijalna mogućnost uvek postoji.

- Service composability

Servis može biti kompozicija drugih servisa. Ovaj aspekt servisno orijentisane arhitekture može da nas dovede do visoko optimizovane automatizovane okoline, gde samo tehnologija koja je zaista potrebna postaje deo arhitekture.

Realizacija ove tehnologije zahteva pridržavanje dizajn standarda koji određuje dozvoljena proširenja unutar svake aplikacije.

- Autonomnost servisa (Service autonomy)

Ovo znači da su servisi napravljeni i razmešteni potpuno nezavisno jedan od drugog. Sistemi moraju da evoluiraju tokom vremena i moraju biti tako napravljeni da nadolazeće promene lako i efikasno izdrže i prilagode se. Autonomnost servisa znači da se svaki servis mora održavati i upravljati nezavisno od drugih servisa.

- Service discoverability

Servisi sadrže meta podatke koji im omogućavaju da budu lako otkriveni i interpretirani od strane klijenata.

- Servisi ne čuvaju stanje (Service Statelessness)

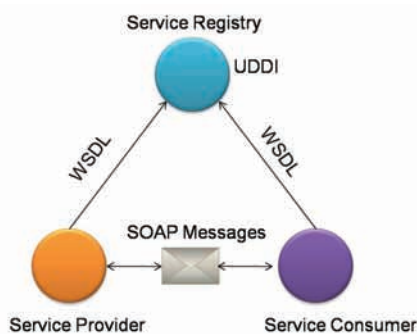
Čuvanje i upravljanje informacija u servisu bi moglo ugroziti njegovu dostupnost i skalabilnost.

3. WEB SERVISI

Web servisi su jedan od načina implementacije SOA.

Na slici 1 vidimo grafički prikaz poziva web servisa. Klijent koristeći XML poruke i poštujući SOAP standard, komunicira sa provajderom servisa. Servis provajder web servise, predstavljene sa WSDL dokumentima, kreira i objavljuje njegovu dostupnost u registru servisa, kao što je npr. UDDI.

Broker sortira web servise i onezbeđuje njihovu pretragu. Klijent nalazi potreban servis u registru servisa i poziva ga.



Slika 1. Prikaz poziva web servisa

Web servis opisan u WSDL dokumentu skladišti se na serveru provajdera u posebnom repozitorijumu. Reference na web servis, odnosno podaci koji ukazuju na WSDL dokument, mogu da postoje u UDDI registru ili u WSIL dokumentima.

Web servisi koriste XML da kodiraju i dekodiraju podatke i SOAP da transportuju te podatke. Osnovni prioritet web servisa jeste interoperabilnost. Pomoću web servisa možemo da ponudimo ostalima neke naše funkcije ili poruke, npr. konvertor valuta, prognoza vremena, prevodioce, itd. Koristeći web servise možemo da razmenimo podatke između različitih aplikacija i različitih platformi.

3.1. WSDL

Za opis web servisa se koristi WSDL (Web Service Definition Language), što u prevodu i znači jezik za opis web servisa. WSDL je baziran na XML, odnosno predstavlja XML dokument. WSDL je jedan od tri osnovna standarda web servisa i koristi se da definiše viši nivo funkcionalnosti web servisa opisujući njegove spoljne interfejsse. Korišćenjem ovog jezika opisuju se i detalji funkcionisanja web servisa. Detaljne informacije o načinu funkcionisanja servisa, u smislu kako treba da definiše ulazne parametre i šta može da očekuje kao rezultat izvršenja servisa, korisnik web servisa može da dobije iz WSDL dokumenta. WSDL dokument u potpunosti opisuje web servis, uključujući operacije koje servis podržava, poruke koje izmenjuje i tipove podataka koji se pri tome koriste. Sem ovoga WSDL otkriva i lokaciju web servisa.

3.2. SOAP protokol

SOAP (Simple Object Access Protocol) je protokol za razmenu XML poruka preko mreže, koristeći HTTP/HTTPS. Služi za komunikaciju između aplikacija preko Interneta, nezavisan je od platforme i programskog jezika, jednostavan je i nadogradiv. Za komunikaciju aplikacija preko Interneta možemo, npr., da koristimo RPC, ali to ima svojih mana. RPC ne koristi HTTP, i zaštitne barijere (firewall) i proksi serveri (proxy servers) ga neće propustiti, tako da imamo problem bezbednosti. Mnogo bolji način za komunikaciju između aplikacija je preko HTTP, jer je podržan od strane svih pretraživača (browsers) i servera, a SOAP je tu da nam to omogući.

SOAP su dizajnirali i razvili Dave Winer, Don Box, Bob Atkinson i Mohsen Al-Ghosein 1998. godine sa podrškom Microsofta. SOAP specifikacija je trenutno održavana od strane XML Protocol Working Group od W3C.

SOAP koristi aplikacijski sloj kao transportni protokol. Aplikacijski protokoli SMTP i HTTP se koriste za transport, ali je HTTP pridobio veću pažnju zbog bolje snalaženja sa današnjom Internet infrastrukturom, pre svega se misli na zaštitne barijere (firewall). Takođe se koristi i HTTPS, koji u principu isto funkcioniše kao i HTTP, s tom razlikom da „ispod“ koristi kriptovan transport.

3.3. UDDI

Pored WSDL i SOAP, treća bitna stavka za web servise je i UDDI (Universal Description Discovery and Integration). UDDI je registar nezavisan od platforme, zasnovan na XML i predstavlja mehanizam za objavljivanje servisa kako bi mogli da budu pronađeni od strane korisnika. Sponzorisan je od strane OASIS. UDDI omogućava objavljivanje web servisa i otkrivanje drugima kako servis ili aplikacija funkcionišu.

4. PREDNOSTI SERVISNO ORIJENTISANE ARHITEKTURE

4.1. Poboljšana integracija i prava interoperabilnost

Servisno orijentisana arhitektura može da rezultira u kreiranju rešenja koja se sastoje od prirodno interoperabilnih servisa. Upotreba rešenja baziranih na interoperabilnim servisima je deo servisno orijentisane integracije (SOI) i rezultira u SOI arhitekturi.

Zbog toga što je nezavisan od proizvođača komunikacijskog sistema uspostavljenog sa web servisima realizovanom SOA, imamo potencijal za preduzeća da implementiraju visoko standardizovane opise servisa i strukturu poruka

Cena i trud unakrsne integracije aplikacija je značajno smanjena kada su aplikacije integrisane primenom SOA.

4.2. Uspostavljanje standardnih XML reprezentacija podataka

Na svom najosnovnijem nivou, SOA je izgrađena i pokretana XML-om. Kao rezultat, usvajanje servisno orijentisane arhitekture vodi ka šansi za potpuno unapređenje platforme za XML predstavu podataka. Standardizovan format za reprezentaciju podataka (jednom u potpunosti uspostavljen) može da redukuje internu kompleksnost svih dotaknutih okruženja.

4.3. Prirodna osobina ponovne upotrebljivosti (reuse)

Servisna orijentacija promovise dizajn servisa koji su prirodno iskoristivi. Dizajniranje servisa da podržavaju iskoristivost otvara nam vrata da povećamo šansu za unapređenjem postojeće logike.

Izgradnja servisno orijentisanih rešenja u tom maniru da odmah zadovoljavaju zahteve aplikacijskog nivoa dok i dalje podržavaju jedan stepen iskoristivosti od strane potencijalnih budućih korisnika, uspostavlja jedno okruženje gde investicije u postojeći sistem mogu da unaprede iznova i iznova, kako budu nastajala nova rešenja.

Izgradnja servisa da budu prirodno iskoristiv rezultira jednim umerenim povećanjem truda u razvoju i zahteva korišćenje standarda u dizajnu.

4.4. Organizovana i pojednostavljena arhitektura i rešenja

Koncept kompozicije je drugi osnovni deo servisno orijentisane arhitekture. Uprkos tome nije ograničen na skupljanje kolekcija servisa u gomilu servisa. WS (web service) platforma je u celosti bazirana na principu kompozicije.

Ovaj aspekt servisno orijentisane arhitekture može da nas dovede do visoko optimizovane automatizovane okoline, gde samo tehnologija koja je zaista potrebna postaje deo arhitekture.

Realizacija ove tehnologije zahteva pridržavanje dizajn standarda koji određuje dozvoljena proširenja unutar svake aplikacije. Dobiti organizovanih i pojednostavljenih rešenja i arhitektura uključuju potencijal za redukovanje dodatnog procesiranja i redukovanja potrebnog skupa znanja (zato što tehnički resursi zahtevaju samo znanje za date aplikacije, servise ili proširenja servisa).

4.5. Unapređenje investicija

Industrijski rašireno prihvatanje tehnologija web servisa ima stvoreno adaptirano tržište, omogućujući mnogim prevaziđenim okruženjima da učestvuju u servisno orijentisanoj integraciji arhitektura. Ovo omogućava IT sektorima da rade u svrhu sjedinjenja, gde ranije izolovana okruženja sada mogu da rade zajedno i razmenjuju informacije među sobom bez potrebe za razvojem skupih i nekad krhkih point-to-point integracionih kanala.

Međutim i pored toga su uglavnom nepoznati rizici kako prevaziđeni back-end sistemi moraju da izađu na kraj sa povećanom upotrebom, tako da su mogućnosti da se koristi ono što se već ima sa servisno orijentisanim rešenjima koja se sada razvijaju i koja će se razvijati u budućnosti itekako atraktivne.

Cena i trud integracije prevaziđenih i savremenih rešenja su smanjeni i potreba da prevaziđeni sistemi budu zamenjeni je potencijalno ublažena.

5. ZAMKE UVODENJA SOA

5.1. Izgradnja SOA kao tradicionalnih distribuiranih arhitektura

Verovatno poteškoća broj jedan u nameri neke organizacije da uvede SOA je izgradnja tradicionalnih distribuiranih arhitektura s idejom da se uvodi SOA.

Opasnost ove zamke jeste to da se može daleko dogurati u implementaciji web servisa, ne sluteći da se ide pogrešnim putem.

Primeri neki problema koji mogu nastati:

- povećanje broja RPC opisa servisa (što vodi ka povećanju razmene poruka)
- kočenje usvajanja mogućnosti obezbeđenih WS-specifikacijom
- neodgovarajuća podela funkcionalnosti između servisa
- kreiranje nekompozitnih servisa (ili polu-kompozitnih)
- dalje utvrđivanje sinhronih komunikacijskih obrazaca
- stvaranje hibridnih ili ne standardnih veb servisa

Razumevanje osnovnih razlika između SOA i ove pomenute arhitekture je ključ za uspešno izbegavanje ovakve situacije.

5.2. Odsustvo standardizacije

U većim IT organizacijama gde se više različitih projekata rade uporedo, neophodna je potreba za prilagođenje standarda. Ako različiti projekti rezultiraju u stvaranju različito dizajniranih aplikacija, dalji trud oko integracije može da bude skup i neefikasan. Ovo je lekcija koju su mnoge IT organizacije naučile iz stvari koje su nasledile.

Mogućnost servisno orijentisane arhitekture da ujedini međusobno različita okruženja dobro je promovisana. Potencijal postoji, međutim to se ne dešava tako što naručimo i instaliramo poslednji update za razvoj softver i server softver. SOA, kao i bilo koja druga arhitektura, zahteva kreiranje i primenu standarda dizajna da bi istakla svoje prednosti.

Na primer, ako jedan projekat izgradi servisno-orijentisano rešenje izolovano od ostalih, ključni aspekti njegovog rešenja neće biti u ravni sa susednim aplikacijama, sa kojima će možda jednog dana morati da saraduje.

Ovo može da dovede do mnogih problema, između ostalih do:

- nekompatibilne predstave podataka što dovodi do toga da se različitim šemama prikazuju isti tipovi aplikacija
- opisi servisa sa neregularnim karakteristikama interfejsa i semantikom
- podrška za različite ekstenzije ili ekstenzije implementiranje na različite načine.

SOA promovise razvojno okruženje koje izdvaja back-end razvoj tako da se on može izvršiti i razviti nezavisno unutar svake aplikacije. Ipak, standardizacija je potrebna da održi konzistentnost i u dizajnu i interakciji servisa koji enkapsuliraju back-end logiku.

5.3. Odsustvo starta sa arhitekturom sa XML podlogom

U svetu inovacija SOA sve počinje sa XML-om. To je standard iz koga su se razvili mnogi dodatni (suplementarni) standardi da formiraju arhitekturu za reprezentaciju podataka. To je srž seta standarda koji su bili podsticaj za stvaranje mnogih specifikacija web servisa koji sada pokreću servisno orijentisanu arhitekturu.

Mnogo je pažnje dato tome kako su podaci transportovani između servisa, da je način kako su isti podaci sastavljeni i validirani često zanemaren. Ovaj previd može dovesti do nekorektno implementacije postojećih reprezentacionih slojeva XML podataka unutar SOA. Rezultat je jak uticaj na kvalitet obrade podataka. Na primer, isti podatak je nepotrebno više puta validirati, ili prekomerna obrada podataka može nehotično da bude izvršena i pre i posle prijema ili slanja poruke od strane servisa.

5.4. Nerazumevanje sigurnosti web servisa

Obim do kog će tehnologija veb servisa rasti i napredovati unutar datog okruženja zavisi od nivoa komfora koji imaju na raspolaganju programeri i arhitekta sa ukupnom tehnološkom osnovom. Jednom kada se proširi, postaje jednostavno da se nastavi izgradnja na jednostavnim razmenama poruka koje se obično oslanjaju na SSL (Secure Sockets Layer) enkripciju da bi implementirali poznatu meru bezbednosti.

Dok SSL trenutno može da se nađe u mnogim preduzećima i sistemima, to nije baš najbolja tehnologija za SOA. Kada servisi počnu da uzimaju veći udeo odgovornosti u obradi, počinje da raste potreba za bezbednošću na nivou poruka. WS-Security konstrukcija uspostavlja prihvatljiv bezbednosni model podržan grupom specifikacija infiltriranih unutar servisno orijentisanih aplikacija i arhitektura unutar preduzeća.

Jedan od najbitnijih problema u dizajnu koji može da nam se desi kada se dotaknemo WS –security jeste moguće uvlačenje u centralizovanu sigurnost. Sa ovim pristupom, arhitektura izdvaja velik deo sigurnosne logike i pravila u odvojene, centralne slojeve, na koji se onda oslanja servisno orijentisana aplikacija.

Čak iako naša platforma ne podržava WS-security i ako naša trenutna implementacija bazirana na SSL podržava trenutne zahteve, takođe je preporučljivo da obratimo pažnju na promene koje su ispred nas. Ako nastavimo bez da uzmemo u obzir WS-security to će neizbežno dovesti do skupih retro podešavanja i ponovnog razvoja.

6. ZAKLJUČAK

Servisno orijentisana arhitektura je zapravo arhitektonski način postizanja slabe povezanosti između različitih IT sistema. Integracija raznih aplikacija u okviru neke kompanije danas je čest izazov u industriji informacionih tehnologija. Servisno orijentisana arhitektura omogućava upravo to – skalabilnu arhitekture aplikacije. SOA takođe olakšava korištenje starijih (legacy) softverskih rešenja jer predstavlja jednostavan interfejs skrivajući detalje implementacije nekog sistema. Web servisi kao najčešća implementacija servisno orijentisane arhitekture danas su postali gotovo nezaobilazni u gotovo svakoj naprednoj softverskoj arhitekturi.

7. LITERATURA

- [1] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa480021.aspx>
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Service-oriented_architecture
- [3] <http://www.soaprinciples.com>
- [4] http://www.service-architecture.com/web-services/articles/service-oriented_architecture_soa_definition.html
- [5] <http://www.w3schools.com/webservices>

Napomena: svi podaci su preuzeti u maju i junu 2012. Godine.

**PRENOS GOVORNOG SIGNALA PREKO INTERNET PROTOKOLA
TRANSMISSION OF VOICE SIGNALS OVER INTERNET PROTOCOL**Miloš Bošnjak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je prenos govornog signala preko Internet protokola. Dat je kratak pregled prednosti i mana takvog načina prenosa govornog signala, kao i osvrt na kvalitet servisa za prenos govornog signala preko Internet protokola. Za kraj je izveden primer poziva preko klasične telefonije i preko IP telefonije, s namerom da se iskaže razlika u ceni.

Abstract – This paper presents transmission of voice signals over Internet protocol. Summarize the advantages and disadvantages of this kind of voice transmission over Internet protocol. After that is a review of the quality of service for the voice transmission over Internet protocol. At the end of this paper is one example for the call over conventional telephony and IP telephony, with the intention of expressing the difference in price.

Cljučne reči: VoIP, telefonija, Internet, prenos glasa, Internet protokoli, digitalizacija, mrežna zaštita, paketne mreže

1. UVOD

VoIP – Voice over Internet Protocol predstavlja skup tehnologija, komunikacijskih protokola i tehnika za prenos glasovne komunikacije preko mreža zasnovanih na IP protokolu [1]. Dole na slici 1 vidimo kako može izgledati telefonija danas uzimajući u obzir da se u isto vreme koristi i IP telefonija, ali i klasična telefonija.

Vidimo da i jedan i drugi tip telefonskog aparata može da se koristi u raznim kombinacijama, ukoliko posedujemo odgovarajuće telefonske priključke odnosno adaptere.

Postoje tri osnovna tipa VoIP servisa: peer-to-peer, rezidencijalni i komercijalni. Peer-to-peer servis obuhvata servise kao što su Skype, Msn, Yahoo itd. Prilikom razgovora nema rutiranja između računara radi uspostavljanja konekcije, nego se veza ostvaruje preko softvera koji klijenti instaliraju na svojim računarima. Rezi-dencijalni servis sastoji se u tome da kompanija koja pruža uslugu VoIP telefonije, klijentu posudi na korišćenje uređaj koji se povezuje ili direktno na Internet ili na računar i koji je povezan sa običnim analognim telefonom.

Korisnik u principu ne vidi nikakvu razliku između korišćenja klasičnog telefona i IP telefoniranja. Komercijalni servis je mnogo složeniji i koristi se u firmama, a obuhvata mnogo složeniji pristup VoIP telefoniji, tako da se mogu koristiti i softver na računarima zaposlenih i telefoni u kancelarijama za VoIP telefoniranje.

NAPOMENA:

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



Slika 1. Shematski prikaz klasične i VoIP telefonije

Može se napraviti zatvoren krug korisnika, sa mogućnošću izlaska iz te grupe i pravljenja poziva ka drugim destinacijama, ili se može staviti da se svi pozivi ka inostranstvu obavljaju preko IP telefonije, dok se lokalni saobraćaj obavlja preko klasične analogne.

Do sada je moguće da smo već obavljali VoIP pozive iako ih direktno ne koristimo, jer telefonske kompanije već uveliko koriste tu mogućnost da se pozivi ka udaljenim lokacijama obavljaju preko Interneta, tako da oni naše pozive ka npr. drugim kontinentima rutiraju preko Interneta ka drugim telefonskim kompanijama, gde se nalaze pozivani brojevi. Ovo i njima donosi uštedu, pa tako mogu da uvećaju zaradu ili pak snize cene i postanu konkurentniji na tržištu, iako korisnik ništa ne zna o tome jer i dalje koristi svoj analogni telefon. Takođe mnoge kompanije koje pružaju uslugu VoIP telefonije nude besplatno usluge koje se u analognoj telefoniji naplaćuju dodatno, kao što su: broj pozivaoca, čekanje na pozivu, transfer poziva, povratni poziv, filter poziva, itd. Koristeći broj pozivaoca, korisnik može na razne načine da obradi trenutni poziv: može da ga prosledi na drugi broj, na govornu poštu, da prosledi pozivaocu signal zauzetosti, i sl.

2. PREDNOSTI I MANE IP TELEFONIJE**2.1. Prednosti**

Osnovna prednost IP telefonije u odnosu na klasičnu telefoniju je svakako cena same usluge, ali i cena uvođenja usluge. Kod klasične telefonije je mnogo komplikovanije uvesti liniju, jer fizički moramo da

razvučemo parice. Kod IP telefonije toga nema. Pretpostavlja se da korisnik već poseduje konekciju na Internet, bilo preko kablova bilo bežičnu. IP telefonija nudi još mnogo servisa koji se često mogu dobiti bez dodatnih troškova, dok se kod klasične telefonije naplaćuju dodatno. Priključak IP telefonije je prenosiv, mobilan, odnosno može da se koristi bilo gde u svetu, potreban i dovoljan uslov je samo da postoji Internet konekcija. Kod IP telefonije je veća kontrola telefoniranja u vezi trajanja poziva i ko/koga/kada zove, ograničavanje odlaznih poziva iz preduzeća, bez da se plaća ta dodatna usluga telekomunikacionoj kompaniji, koja pored toga zahteva i da linija bude digitalna. Takođe je moguće jednostavno preusmeravati pozive, opet bez pomoći telekomunikacione kompanije. Moguće je iskoristiti postojeću LAN mrežu i računare u okviru preduzeća, tako da je investicija u samom startu minimalna kada je poredimo sa investicijom prilikom uvođenja klasičnih centrala. Moguće je udaljene lokacije jedne iste firme povezati jednostavno u jedinstven sistem, tako da pozivi budu besplatni.

2.2. Mane IP telefonije

Trenutna telefonska mreža je prilično žilav i otporan sistem u smislu uspostavljanja veza i njene eksploatacije. S druge strane računar, elektronska pošta i Internet su, iako sad već prilično stabilni, još uvek spram telefonske mreže nestalni i krhki. Verovatno se svima dešavalo da nekad u toku dana Internet ne radi, ili da je "pao" server za elektronsku poštu. Tako da sav svoj nedostatak u efikasnosti obična javna telefonska mreža nadoknađuje pouzdanošću. Ali mreža koja čini Internet je daleko kompleksnija, pa je stoga i margina greške veća. Tako da ako sve ovo saberemo, glavni nedostatak VoIP-a je pouzdanost.

VoIP je zavisan od električne energije jer se svi uređaji napajaju iz električne mreže, za razliku od telefonske mreže koja ima svoje napajanje (phantom power) sa izvorom u telefonskoj centrali. Tako da i kada nemamo električnu energiju kući, naš telefon će raditi, osim u slučaju kada je u pitanju bežični telefon. Kod VoIP bez struje nemamo ni mogućnost telefoniranja, tako da ukoliko želimo da budemo obezbeđeni sa te strane moramo da pripremimo nezavisno bekap napajanje za VoIP uređaje.

Druga mogućnost koju klasična telefonska linija ima u odnosu na VoIP je mogućnost pružanja dodatnih servisa kroz fizički istu telefonsku liniju (ADSL, digitalna televizija, ...).

Sledeći vrlo važan problem za VoIP je pozivanje hitnih brojeva, kao što su vatrogasci, policija i hitna pomoć. Ukoliko su pozivani preko VoIP telefona, prilično je teško ili gotovo nemoguće ustanoviti fizičku lokaciju sa koje je pozivano i na kojoj je obično potrebna pomoć. Ukoliko onaj koji poziva nije u stanju da kaže gde se nalazi, hitna služba je u nemogućnosti da odredi njegovu tačnu lokaciju. Ova mana pokušava da se popravi jednostavnim slanjem geografske lokacije unutar paketa prilikom poziva.

Kvalitet usluge je i dalje na višem nivou kod klasične telefonije, nego kod VoIP. Razvojem novih i boljih algoritama ovaj jaz se smanjuje, a kvalitet usluge VoIP telefonije se približava kvalitetu klasične.

Pošto VoIP, naravno, koristi Internet za obavljanje poziva, trenutno stanje mreže unutar nečijeg doma (download, multimedia, online igranje, ...) mogu veoma da utiču na kvalitet razgovora i uopšte konekcije sa pozivanom lokacijom. Svi ti faktori utiču na gubljenje paketa, kašnjenje i odstupanja. Telefonski razgovori mogu postati izobličeni, iskrivljeni i prekinuti zbog prenosa grešaka. Određena stabilnost u prenosu podataka mora da bude ispoštovana da bi VoIP telefon mogao u potpunosti da zameni klasični telefon. Samo 1% gubitaka u paketnom prenosu otežava komunikaciju, a 3% gubitaka dovodi korisnike do toga da ne mogu valjano da koriste uslugu.

Kašnjenje je još jedna stvar u kojoj je klasična telefonija u prednosti u odnosu na VoIP telefoniju. Opšte prihvaćen limit za kašnjenje je 200ms u jednom smeru, a ako komunikacija uključuje i satelitsku komunikaciju onda je kašnjenje povećano na 400 - 600ms. Osim toga glas putuje Internetom raspoređen u pakete, a paketi ne moraju istim redosledom stići na odredište. Na odredištu se paketi određenim algoritmom slažu, međutim to samo unosi dodatno kašnjenje. Uz sve to, ako se paketi kodiraju, to izaziva da se kašnjenje uveća za vreme potrebno da se na startu paketi kodiraju, a na odredištu dekodiraju.

IP telefoniranje je podložno virusima, zlonamernim programima i neželjenim upadima na računarski sistem. Doduše ovo se retko dešava i jedan čitav deo ljudi koji rade na razvoju VoIP-a je zadužen za pitanje bezbednosti i kriptovanja podataka koji se šalju.

Pošto je IP telefoniranje zavisno od hardvera (računar), samim tim je i podložno nekim greškama na tom hardveru, kao npr. padovima sistema usled preopterećenosti tog hardvera. Pretpostavimo da je uporedo sa pozivom koji je u toku, pokrenut i neki zahtevan program, koji jednostavno previse zauzme procesorskog vremena. Odmah pri pokretanju takvog programa ćemo primetiti pad kvaliteta veze, a u najgorem slučaju čak i toliko, da nam se zablokira sistem i prekine vezu.

3. KVALITET SERVISA

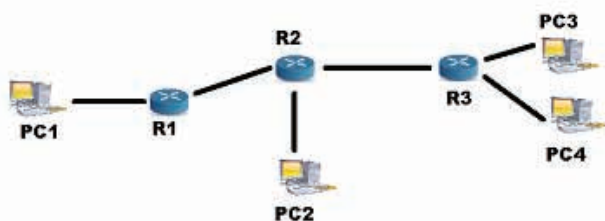
QoS (Quality of Service) je skup mehanizama koji omogućavaju računarskim mrežama da pružaju bolji servis (uslugu) za izabrani mrežni saobraćaj preko različitih osnovnih tehnologija uključujući Frame Relay, ATM, Ethernet, 802.3 mreže, SONET i IP rutirane mreže. QoS osobine pružaju poboljšane i predvidive mrežne servise: rezervisani propusni opseg (brzina prenosa), minimiziranje gubitka paketa, oblikovanje saobraćaja, prioritiziranje saobraćaja, upravljanja i izbegavanje zagušenja. Osnovne karakteristike kojima se odlikuje kvalitet prenosa su: gubljenje paketa, kašnjenje u isporuci i varijacije kašnjenja (jitter).

Kada govorimo o kvalitetu VoIP-a pre svega mislimo na brzinu i kvalitet isporučene usluge. Postoje razni načini za poboljšanje, ali se izdvajaju dva kao najčešća i možda najjednostavnija. Prvi način kaže da je potrebno pre uspostave veze zauzeti mrežne resurse koji će garantovati određeni kvalitet. Ovaj pristup se svodi na to da se rezerviša određeni propusni opseg. Drugi način vrši kategorizaciju mrežnog saobraćaja i dodeljuje prioritete određenim servisima, tako da npr. govorni paketi imaju veći prioritet od paketa koji prenose elektronsku poštu.

Ovaj pristup deluje jednostavnije, ali ima manu da telefonija koristeći dato pravo prvenstva može da zaguši i blokira mrežu, tako da ostali servisi loše rade. U tom slučaju treba obratiti pažnju na ravnopravnu raspodelu resursa mreže. Postoji jos jedan pristup, a to je predimenzionisanje mreže, pošto se pokazalo da se najveći gubici i kašnjenje paketa dešavaju kada je mreža zagušena. On pretpostavlja koje su maksimalne potrebe mreže i zarad toga dimenzioniše mrežu tako da svi servisi normalno rade i pod najvećim opterećenjem. Mana ovog pristupa je što će mreža biti iskorišćena samo u pikovima u toku radnog dana, kada je saobraćaj najveći, a ostatak dana će veći deo opsega biti neiskorišten. Ovaj pristup je jednostavniji od prethodna dva, međutim i skuplji je od njih. Iako je ovo dobro rešenje direktnog problema u vezi sa propusnošću mreže, to ne može predstavljati neko trajno rešenje, bar ne bez mehanizma koji će upravljati propusnim opsegom tako da se on najefikasnije koristi. Postoje određeni protokoli koji se koriste u te svrhe i mi ćemo ih sad pomenuti.

3.1. RSVP – Resource reservation protocol [3]

RSVP (Resource reSerVation Protocol), protokol u transportnom sloju za rezervaciju resursa je tehnika koja se koristi za rezervaciju resursa IP mreže u cilju obezbeđivanja unapred definisanih parametara za neki servis [2]. RSVP se koristi za rezervaciju resursa mreže pre razmene podataka između učesnika. RSVP nije protokol za rutiranje, ali se zajedno sa njima koristi za definisanje putanja tokova podataka. Ne vrši transport podataka, više je nalik na kontrolne protokole, kao što su ICMP i IGMP. RSVP je opisan u RFC2205. RSVP može da se koristi i od strane hosta i od strane rutera zarad isporuke određenog kvaliteta usluge. Zanimljivo je da u RSVP resurse ne rezervišu pošiljalac nego primalac. To odgovara situacijama kada imamo više primalaca, a samo jednog pošiljaoca. Teoretski se može desiti da kada imamo više primalaca, a jednog pošiljaoca, da svaki primalac definiše svoje uslove kvaliteta usluge, i shodno tome da se rezervišu mrežni resursi. Nakon nekog vremena primalac mora da obnovi rezervaciju resursa. RSVP definiše kako aplikacija rezervišu mesto i kako se odriče te rezervacije kada potreba za njom više ne postoji. Pre rezervacije se prvo određuje da mrežni uređaj ima dovoljno resursa za rezervaciju, da li je korisnik uopšte autorizovan da vrši rezervacije.



Slike 2. Primer za RSVP

Na slici 2. možemo videti jednu situaciju, gde PC1 predstavlja pošiljaoca, a PC2, PC3 i PC4 primaocce. Resursi koji se rezervišu između rutera R2 i R3 predstavljaju maksimum zahteva primaoca PC3 i PC4. Dok resursi koji se rezervišu između rutera R1 i R2 predstavljaju maksimum zahteva za sve primaocce. Tako da veza R1-R2 definiše koliki ukupni protok može biti na relaciji R2-R3 i R2-PC2, pošto ove dve veze dele njegovu

propusnost. Sam RSVP se danas retko koristi u telekomunikacijskim mrežama, ali sa određenim proširenjima kao RCVP-TE (Traffic Engineering) se sve više koriste za postizanje kvaliteta usluge (QoS).

3.2. DiffServ – Diferencirane usluge [4]

Diferencirane usluge (DiffServ) su arhitektura računarske mreže koja definiše jednostavan i skalabilan mehanizam za klasifikaciju i upravljanje saobraćajem u mreži na takav način da se obezbedi određen kvalitet usluge u IP mrežama. DiffServ klasifikuje i označava pakete, tako da oni primaju određene preporučene vrednosti DSCP polja za različite namene, koje definišu nivo kvaliteta usluge u DiffServ modelu koji se dodeljuje svakom ruteru i koje se dalje prosleđuju duž rute. Važno je reći da DiffServ obavlja posao na rubu mreže tako da mrežni uređaj treba da se uključi u proces čekanja u redu i prosledi dodeljen paket. DiffServ se može koristiti da obezbedi minimum kašnjenja za servise kojima je to kritičan parametar, kao što je slanje glasa ili multimedijalnog sadržaja, dok se u isto vreme ostalim servisima obezbeđuje best-effort strategija slanja paketa (može se opisati na isti način kao i klasično slanje pisma, niko ne garantuje da će doći, niti kada će doći, ali će poštar dati sve od sebe da pismo stigne), kao što su web saobraćaj ili slanje fajlova. DiffServ koristi šestobitni kod DSCP (Differentiated Services Code Point) u zaglavlju IP paketa za klasifikaciju paketa. DSCP zamenjuje zastarelo TOS polje (Type of Service). DiffServ je opisan u dokumentu RFC2474. Ruteri koji su „svesni“ postojanja DiffServ implementiraju per-hop ponašanje, koje je definisano u DSCP polju IP zaglavlja.

Onaj koji upravlja mrežom može da definiše svoje per-hop parametre, međutim većina mreža koristi već postojeće:

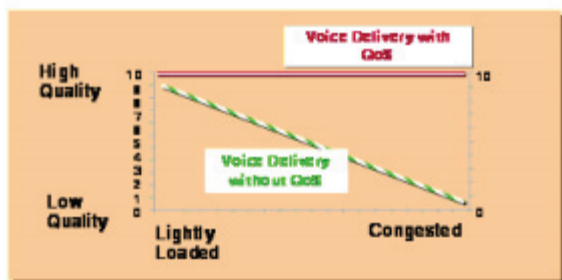
- default PHB
- Expedited Forwarding (EF) PHB
- Assured Forwarding (AF) PHB
- Class selector PHB

3.3. MPLS – Multiprotocol label switching

MPLS (Multiprotocol Label Switching) je standard koji određuje princip prosleđivanja paketa obeleženih kratkim labelama, umesto dugačkim mrežnim adresama izbegavajući time obraćanje tabelama za rutiranje. Labele označavaju putanje kroz mrežu, ali i same servisne attribute. MPLS može da enkapsulira pakete raznih protokola. MPLS podržava T1/E1, ATM, Frame Relay i DSL. Na ulazu u mrežu se procesiraju dolazni paketi i selektuju, odnosno primenjuju određene labele. Mreža nadalje primenjuje odgovarajuće usluge i prosleđuje pakete na osnovu informacije sadržene u labeli.

Zahtevne operacije, analize, klasifikacije i filtriranja se obavljaju jednom i to na ulazu u mrežu. Na izlazu iz mreže, labele se uklanjaju i paketi se dalje prosleđuju ka konačnoj destinaciji [5]. MPLS predstavlja noviju tehnologiju za primenu u mrežama provajdera usluga i u pitanju je ključna tehnologija koja omogućava primenu VPN (virtuelnih privatnih mreža) koje obezbeđuju istu privatnost kao i FrameRelay ili ATM (Asynchronous Transfer Mode) virtuelnih kola. MPLS tehnologija omogućava razdvajanje saobraćaja i garanciju privatnosti i bez tuneliranja i enkripcije, na osnovu informacija o mrežnim adresama, slično kao što FR i ATM mreže

saobraćaj razdvajaju na osnovu konekcija. Tabele prosleđivanja MPLS rutera ili svičeva sadrže posebne VPN-IP adrese sastavljene od originalnih IP adresa kojima se pridružuje jedinstveni VPN identifikator.



Slika 3. Zavisnost kvaliteta prenošenog govora prilikom opterećene mreže sa i bez upotrebe QoS

Slika 3. ilustruje zavisnost kvaliteta prenošenog govora u uslovima opterećenosti komunikacionog linka sa i bez primenjenih odgovarajućih QoS mehanizama. Vidimo kako se ponaša link sa primenjenim QoS mehanizmom, crvena linija, koji zadržava kvalitet do krajnjeg korisnika, čak i kada se mreža zakrči. Dole vidimo zeleno – belu liniju koja predstavlja komunikacioni link bez mehanizma za QoS. Dok je mreža rasterećana, sve je ok, krajnji korisnik prima signal sa očuvanim kvalitetom. Čim se mreža zakrči, odustvo QoS mehanizama koji bi sačuvali određeni nivo kvaliteta, uzimaju danak i kvalitet signala pada. Komunikacioni link je ugrožen i postavlja se pitanje da li uopšte može da obezbedi neki minimum kvaliteta za krajnjeg korisnika. I ukoliko taj minimum ne postoji, ili ga nemoguće ostvariti veza je neupotrebljiva, jer nije ispunila određeni kvalitet, da bi krajnji korisnik uopšte mogao da razume govor ili vidi video.

4. PRIMER POZIVA SA I BEZ KORIŠĆENJA IP PROTOKOLA [7]

Pretplata za ovu dodatnu uslugu iznosi 116,82 dinara sa porezom, ona se dodaje na osnovnu pretplatu za fiksni telefon koja iznosi 507,4 dinara sa porezom.

Primer poziva upućenog iz Srbije ka Velikoj Britaniji, fizičko lice, poziv traje 10min. U slučaju klasične telefonije poziv od 10 minuta bi nas koštao $10 \times 24,10$ (III zona) = 240,10 dinara. A u slučaju IP telefonije, taj isti poziv bi nas koštao $10 \times 4,80$ = 48,00 dinara. Kao što vidimo ušteda je ogromna, u ovom slučaju čak je pet puta jeftiniji IP poziv. Samo jedan poziv mesečno u trajanju od 10 minuta je dovoljan, da se isplati pretplata za uslugu IP telefonije i da se dodatno uštedi. Preduzeća koja imaju potrebu da često zovu inostranstvo, mogu da naprave ogromne uštede na svom mesečnom računu za telefoniranje.

5. ZAKLJUČAK

VoIP je brzo postao dostupan širom sveta, mada su mnogi problemi još uvek ostali nerešeni. Ukoliko se mnogo paketa izgubi ili kašnjenje bude veliko, efekti kvaliteta servisa brzo nestaju. Takođe VoIP poseduje mnoge bezbednosne rizike, slanjem paketa u mrežu, koje može neko da presretne i preuzme. Ali i pored toga ekonomski faktor je dominantan i uslovljava primenu VoIP, iako PSTN još uvek nudi i bolji kvalitet usluge i veću sigurnost za korisnika. VoIP je već uveliko izmenio način komuniciranja na daljinu, pogotovo u poslovnom svetu, gde su česti pozivi ka udaljenim lokacijama u drugim državama, koji su po pravilu mnogostruko skuplji od lokalnih. PSTN će se još neko vreme zadržati na lokalnom nivou, jer je u međunarodnim pozivima polako, ali sigurno, izgubio trku sa IP telefonijom. Svakako pored svih ostalih prednosti IP telefonije, najsnažniji je taj ekonomski faktor koji IP telefoniju gura u prvi plan i polako istiskuje stari način komunikacije putem PSTN. Dokle god je tako, možemo da očekujemo da će i postojati interes za ulaganjima u taj vid komunikacije, a samim tim i nekim novim rešenjima na tom polju, koja će doprineti još nižim troškovima, a sigurno i smanjivanju ili potpunom uklanjanju svih mana koje IP telefonija ima.

6. LITERATURA

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Voice_over_IP
- [2] http://docwiki.cisco.com/wiki/Resource_Reservation_Protocol
- [3] <http://www.pulsewan.com/data101/pdfs/rsvp.pdf>
- [4] http://www.cisco.com/en/US/technologies/tk543/tk766/technologies_white_paper09186a00800a3e2f.html
- [5] http://www.cisco.com/en/US/products/ps6607/products_white_paper09186a00800a4455.shtml
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol_Label_Switching
- [7] <http://www.open.telekom.rs/>

**ANALIZA TEHNIKA REPLIKACIJE BAZA PODATAKA
AN ANALYSIS OF DATABASE REPLICATION TECHNIQUES**Marko Vujić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazan postupak kreiranja distribucione šeme i nad njom, replikacione šeme baze podataka koja je implementirana na dva servera baze podataka. Nad tako implementiranom replikacionom šemom, analizirane su osnovne tehnike replikacije podataka i ažuriranja repliciranih podataka u cilju obezbeđenja globalne konzistentnosti u okviru baze podataka. Šema baze podataka je specificirana i implementirana pod SQL Developer-om, dok je podešavanje tehnika replikacije izvršeno sa Oracle SQL*Plus i Enterprise Manager konzolom i pomoću ovih alata vršena su ispitivanja tehnika replikacije za odgovarajuće šeme relacije.

Abstract – In the paper we present a process of the implementation of a distributed database scheme and, based on it, a replicated database scheme that is implemented on two database servers. Using the created replicated schemes we analyze various replication and propagation techniques to achieve global database consistency. A database scheme is specified and implemented using SQL Developer and the configuration and specification of the replication techniques with Oracle SQL*Plus and Enterprise Manager Manager console. By means of these tools we examined replication of selected database objects.

Ključne reči: Distribucija baze podataka; Replikacija podataka; Propagacija ažuriranja, Sistem za upravljanje bazom podataka.

1. UVOD

Replikacija, ili kontrolisana redundansa podataka baze podataka na više lokacija jednog distribuiranog sistema, predstavlja važnu stavku poslovanja velikog broja kompanija. Replikacijom se obezbeđuje da svaki korisnik sistema ima svoju lokalno dostupnu kopiju podataka nad kojima može operativno da radi, i time omogućava brže funkcionisanje informacionog sistema. Od pojave prvih distribuiranih informacionih sistema i početka namernog uvođenja redundanse u bazu podataka do danas, razvijene su brojne replikacione tehnike i programski alati, koji izvesne korake u ovom procesu automatizuju ili daju sugestije kroz koje se nastoji olakšati proces replikacije. Međutim, bez korisnika koji je upoznat sa predmetnim sistemom, problematikom koja prati postupak kreiranja distribuiranog i replikacionog okruženja i mogućnostima koje pruža izabrana tehnika ili alat za replikaciju podataka, ona ne predstavlja rešenje koja se lako implementira i održava. To je razlog čestog izbegavanja uvođenja replikacionih koncepata i zadržavanja na lošijoj ali stabilnoj centralizovanoj arhitekturi. Rad nastoji čitaocu pružiti uvid u razvojni put jednog funkcionalnog replikacionog okruženja, dati odgovore na različite probleme i pitanja koja se mogu javiti prilikom njegovog razvoja i implementacije.

NAPOMENA:

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

U radu je posebna pažnja posvećena prikazu i objašnjenju suštine i ključnih elemenata replikacije i nekih tipičnih predstavnika osnovnih kategorija tehnika što je u izvesnoj meri i praktično demonstrirano u primeni replikacije nad konkretnim primerom u Oracle 10g distribuiranom SUBP. U radu je, pored toga, prikazan opšti postupak kreiranja distribuiranog okruženja, i, nad njim, replikacionog okruženja za jedan konkretni informacioni sistem. Osnovni cilj rada jeste analiza postupaka replikacije baze podataka u distribuiranom okruženju, prikaz aktuelnih tehnika i softverskih alata za replikaciju podataka, kako bi bile identifikovane tehnike kojima će se postupak replikacije i ažuriranja podataka učiniti što lakšim za projektanta replikacionog okruženja. Konkretni rezultati analiza u okviru rešavanja pomenutog problema predstavljaju osnovu za donošenje konačnih odluka o tome koja tehnika najviše odgovara kompaniji u kojoj se replikacija implementira.

Rad se sastoji iz devet poglavlja, uključujući Uvod i Zaključak, literaturu i priloge. Nakon uvodnog dela, u drugom poglavlju dat je kratak prikaz koncepcije distribuirane baze podataka. Istaknuti su osnovni razlozi zbog kojih su se pojavili distribuirani sistemi, očekivanja od uvođenja distribuiranih sistema i prikaz prednosti i nedostataka distribuiranog okruženja. U trećem poglavlju prezentovane su teorijske osnove replikacije podataka i komponenti replikacionog sistema. U četvrtom poglavlju opisan je izvorni sistem, baza podataka sa operativnim podacima koji su korišćeni u istraživanju i nad kojima su testirane tehnike replikacije podataka. Analizom funkcionalne i organizacione strukture, u okviru petog poglavlja, predmetni sistem particioniran je na dva tipa lokacije: *CENTRALA* i tip lokacije *FINANSIJSKO POSLOVANJE*. Uočeni tipovi lokacija osnova su za konfiguraciju distribucije informacionog sistema. U šestom poglavlju, predstavljene su najznačajnije tehnike replikacije i ažuriranja podataka koje dozvoljava izabrani *SUBP*. Na kraju, prezentovane su osnovne karakteristike softverskog rešenja *Oracle GoldenGate*, trenutno aktuelnog alata za replikaciju podataka u heterogenom okruženju.

2. DISTRIBUIRANE BAZE PODATAKA

Distribuirana baza podataka predstavlja bazu podataka u kojoj su podaci fizički smešteni na najmanje dva servera baze podataka [1]. Međutim, iako su delovi distribuirane baze podataka fizički raspodeljeni na više servera, reč je o jednoj bazi podataka, što znači da ona, u logičkom smislu, mora predstavljati jedinstvenu celinu, odnosno mora biti opisana putem jedinstvene logičke šeme baze podataka. Preduslov za formiranje i korišćenje distribuirane baze podataka jeste da svi serveri baza podataka, koji participiraju u distribuciji, moraju biti povezani komunikacionom mrežom. Dok, sistem za upravljanje distribuiranim bazama podataka (*Distributed Database Management System*, *DDBMS*), definisan u [2], reprezentuje softverski sistem koji dozvoljava upravljanje distribuiranom bazom podataka i obezbeđuje distribuciju

koja je transparentna korisnicima datog sistema. Neophodno je istaći da fizička distribucija podataka ne mora nužno značiti da su informacioni sistemi koji učestvuju u distribuciji na geografski udaljenim lokacijama. Pod datim pojmom podrazumeva se da se komunikacija između delova sistema obavlja putem komunikacione mreže, a ne deljenog memorijskog prostora ili deljenih diskova, i da, samim tim, komunikaciona mreža predstavlja jedini deljeni resurs. Bitno je razgraničiti pojmove distribuiranog sistema i sistema koji liče, ali ne predstavljaju distribuirane sisteme. Kao primeri nedistribuiranih sistema koji se često deklarišu kao distribuirani, mogu se izdvojiti centralizovana baza kojoj se može pristupiti putem komunikacione mreže i SUBP koji radi u višeprocorskom režimu ili režimu sa više diskova u kojima se obavlja paralelno procesiranje podataka. Distribuirana obrada podataka, navodi se u [1], predstavlja obradu podataka nad distribuiranom bazom podataka, pri čemu se zadaci logike obrade podataka i upravljanja obradom podataka mogu, u opštem slučaju, raspodeliti na sve servere koji participiraju u distribuciji.

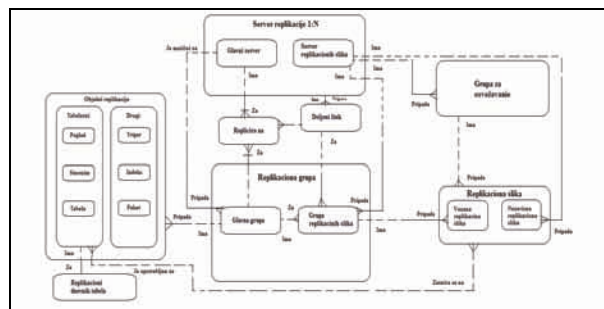
3. REPLIKACIJA PODATAKA

U ovom poglavlju prezentovane su teorijske osnove replikacije podataka i komponenti replikacionog sistema, nakon čega su definisani osnovni postupci za ažuriranje sadržaja replikacionih kopija ili osnovnih tabela u cilju obezbeđenja globalne konzistentnosti u bazi podataka. Replikacija podataka predstavlja postupak namernog uvođenja kontrolisane redundanse u bazu podataka, smeštanjem istih podataka na najmanje dva servera baze podataka čime se obezbeđuje povišenje stepena raspoloživosti podataka i obezbeđenje zadovoljavajućih performansi rada informacionih sistema. Treba razgraničiti pojmove replicirani podaci i distribuirani podaci. Kada su podaci distribuirani, određenoj tabeli se može pristupiti sa više lokacija koje učestvuju u distribuiranom okruženju, međutim, data tabela se fizički nalazi na samo jednom serveru baze podataka. Ta lokacija, odnosno server baze podataka je, u tom slučaju, tada jedino odgovoran za integritet i sigurnost distribuirane tabele. U slučaju replikacije, međutim, podaci će biti fizički smešteni na servere koju učestvuju u replikacionom okruženju. Podaci se, zatim, osvežavaju u cilju obezbeđenja globalne konzistentnosti u bazi podataka. Izabrani SUBP podržavao je dve vrste replikacija, i to osnovnu i simetričnu.

3.1 Komponente replikacionog sistema

Osnovni koncept replikacije baze podataka je replikaciona kopija. Replikaciona kopija, ili kraće kopija, u relacionom SUBP predstavlja relaciju, odnosno tabelu koja se formira i ažurira preuzimanjem podatka iz jedne ili više drugih tabela. Replikaciona kopija može biti: statička, ukoliko su nad njom dozvoljene operacije selekcije podataka, ili dinamička, ukoliko su nad njom dozvoljene i operacije ažuriranja. Ukoliko se replikaciona kopija definiše putem *SELECT* naredbe, tako da obuhvata deo sadržaja jedne tabele dobijen primenom operacija projekcije ili selekcije nad tabelom, ili je po sadržaju identična osnovnoj tabeli, i ukoliko skup obeležja kopije sadrži primarni ključ polazne tabele, replikacionu kopiju nazivamo osnovnom replikacionom kopijom. U svim drugim situacijama reč je o složenoj replikacionoj kopiji. Replikaciono okruženje, slika 1, sastoji se od replikacionih grupa, replikacionih objekata u replikacionim grupama i, naravno, glavnih servera i servera replikacionih slika koji sadrži repliku date grupe. U replikacionom okruženju, Oracle SUBP upravlja replikacionim objektima korišćenjem replikacione grupe

koja predstavlja kolekciju replikacionih kopija i osnovnih tabela, koji su logički povezani.



Slika 1: Prikaz komponenti replikacionog okruženja

Replikaciona grupa može postojati na različitim serverima, koji se u replikacionom okruženju nazivaju replikacionim serverima. U osnovi, razlikujemo dva tipa replikacionih servera, i to: **glavni server** (*master site*) i **server replikacionih slika** (*materialized view sites*). Svaka replikaciona grupa, mora posedovati jedan i samo jedan matični server. Tipovi replikacionih okruženja, u zavisnosti od broja i specifikacije replikacionih servera su sa:

- jednim glavnim serverom i jednim ili više servera replikacionih kopija sa statičkim replikacionim kopijama,
- više glavnih servera (*multi-master replication*),
- jednim glavnim serverom i jednim ili više servera replikacionih kopija sa dinamičkim replikacionim kopijama i
- hibridna kombinacija prethodno navedenih.

U okviru predmetnog zadatka, konfigurisano je replikaciono okruženje sa jednim glavnim serverom i jednim serverom replikacionih kopija koji sadrži statičke replikacione kopije, i replikaciono okruženje sa jednim glavnim serverom i jednim serverom replikacionih kopija koji sadrži dinamičke replikacione kopije.

3.2 Propagacija ažuriranja u replikacionom okruženju

Nakon značajnijih promena nad osnovnim tabelama ili dinamičkim replikacionim kopijama, neophodno je izvršiti ažuriranje sadržaja odgovarajućih replikacionih kopija ili osnovnih tabela u cilju obezbeđenja globalne konzistentnosti u bazi podataka. Propagacija ažuriranja se može klasifikovati sa stanovišta sprovođenja ažuriranja, logike izvođenja propagacije i s obzirom na optimizaciju izvođenja propagacije ažuriranja. S obzirom na vreme pokretanja propagacije ažuriranja, razlikujemo sinhronu (trenutnu) i asinhronu (odloženu) propagaciju. Propagacija s obzirom na logiku izvođenja propagacije, može biti na nivou torke ili proceduralna. Kada je u pitanju optimizacija izvođenja, propagacija ažuriranja može biti serijska ili paralelna. Osim što se osvežavanje replikacionih kopija može izvršiti putem asinhronog ili sinhronog prosleđivanja ažuriranja, razlikuju se i sledeće tehnike osvežavanja: kompletno osvežavanje i brzo osvežavanje.

4. STUDIJA SLUČAJA „ADVOKATSKA KANCELARIJA”

Cilj uvođenja studije slučaja „Advokatska kancelarija” jeste ispitivanje tehnika replikacije podataka u distribuiranoj bazi podataka, u praktičnoj primeni nad jednim realnim sistemom. U ovom poglavlju čitalac se upoznaje sa realnim sistemom i relevantnim pojmovima koji su potrebni za razumevanje poslovanja advokatske kancelarije. U cilju boljeg razumevanja strukture, semantike, međuzavisnosti i

ograničenja baze podataka, pristupilo se konceptualnom modelovanju i kreiran je dijagram konceptualne šeme baze podataka. Nakon konceptualnog modelovanja, tabelarno su prikazani nazivi obeležja, ograničenja vrednosti obeležja i ključeva koji pripadaju tipovima entiteta konceptualnog modela koji su, zajedno sa šemom relacije baze podataka, dati u [6]. Naredni korak projektovanja šeme baze podataka bio je prevođenje konceptualne šeme u implementacionu šemu koja je prilagođena konkretnom sistemu za upravljanje bazom podataka. Dijagram konceptualne i implementacione šeme baze podataka kreiran je u CASE (*Computer-aided software engineering*) alatu *PowerDesigner*.

5. METODOLOŠKI ASPEKTI PROJEKTOVANJA DISTRIBUIRANIH INFORMACIONIH SISTEMA

Projektovanje distribucije informacionog sistema započeto je identifikacijom tipova lokacija distribucionog sistema koja se bazira na pretpostavci da u realnom sistemu postoji više lokacija na kojima se izvode pretežno isti procesi ili slični procesi. Konkretno, u studiji slučaja, uočavamo dva tipa lokacije: CENTRALA i tip lokacije FINANSIJSKO POSLOVANJE. Nakon ovog koraka, pristupilo se projektovanju konceptualne distribucione šeme baze podataka, čiji cilj je bio izrada specifikacije u kojoj će se, za svaki tip lokacije, prikazati nazivi potrebnih tipova sa potrebnim skupom obeležja i ulogama na toj lokaciji. Ova specifikacija prikazana je putem matrice *ER Tipovi/Tipovi lokacija*. U okviru implementacionog projektovanja distribucije informacionog sistema formira se matrica *Šeme relacija/Tipovi lokacija*, na osnovu sadržaja matrice *ER tipovi/ Tipovi lokacija*, relacije šeme baze podataka i specifikacija podšema u kojoj je za svaki tip lokacije, bio prikazan naziv šema relacija s potrebnim skupom obeležja i ulogama na toj lokaciji. Nakon formiranja matrice *Šeme relacija/Tipovi lokacija* sprovedena je vertikalna fragmentacija skupa šema relacija šeme baza podataka. Formiran skup vertikalnih fragmenata, raspoređen je po tipovima lokacija i na taj način bila je kreirana matrica *Vertikalna fragmentacija/Tipovi lokacija*. Sve navedene matrice date su u projektu ali nisu prikazane u ovom radu zbog ograničenog prostora.

Pošto ne postoje razlike u skupovima obeležja na različitim lokacijama zaključilo se da svaka šema relacije predstavlja jedan vertikalni fragment što je dovelo do trivijalnog rezultata vertikalne transformacije. Završni korak projektovanja distribucione šeme baze podataka predstavljala je horizontalna fragmentacija vertikalno fragmentirane šeme baza podataka i formiranje matrice *Fragmenti/Lokacije*. U okviru projektovanja replikacije informacionog sistema, na osnovu fragmentacione šeme, matrica *Fragmenti/Lokacije* i *Šeme relacija/Tipovi lokacija* i informacija, dobijenih u postupku snimanja u analize korisničkih zahteva, formira se skup replikacionih kopija *SK* i matrica *Replikacione kopije/Lokacije*. Projektovanje skupa replikacionih kopija bazira se na analizi sadržaja matrice *Šeme relacija/Tipovi lokacija* i *Fragmenti/Lokacije*. Na osnovu prve matrice dobija se informacija o tome na kojim sve lokacijama treba da se nađu torke iz jedne lokacije. Druga matrica sadrži informacije o tome na koje lokacije su fragmenti šeme relacije alocirani.

Analizom matrica, izvodi se zaključak koje lokacije predstavljaju potencijalne kandidate za replikaciju određenih fragmenata. U nastavku data je specifikacija isprojektovane replikacione kopije iz skupa *SK*. Specifikacija replikacionih kopija može imati oblik uređene četvorke [1]:

Naziv_replikacione_kopije(SELECT, Type, Refresh, Propag, Method),

pri čemu *SELECT* predstavlja kompletnu *SELECT* naredbu replikacione kopije, *Type* označava tip kopije i može biti statički (S), ili dinamički (D), *Refresh* predstavlja način osvežavanja i može biti kompletni ili brzi, *Propag* označava da li je reč o sinhronoj ili asinhronoj propagaciji ažuriranja, a *Method* označava strukturu metoda koji se primenjuju za razrešavanje kolizije ažuriranja. Specifikacija replikacione kopije *SNP_Faktura* je:

```
SNP_Faktura (SELECT, S, F, A, (◊,◊,◊),)
gde je SELECT
SELECT BR_FAKT, DAT_FAKT, IZNOS_FAKT,
OSNOV_FAKT, STAT_FAKT
FROM Faktura@ORCL1.REGRESS.RDBMS.DEV.US.ORACLE.
```

6. TEHNIKE REPLIKACIJE

Danas postoji više tehnika i softverskih alata kojima se obezbeđuje replikacija podataka u distribuiranom okruženju. Koja tehnika ili alat će biti iskorišćeni, zavisi od finansijskih mogućnosti kompanije u kojoj se implementira, informaciono-komunikacione arhitekture sistema i, naravno, mogućnosti uspešne implementacije izabranog rešenja. U nastavku će biti detaljnije objašnjena najčešće korišćena rešenja za replikaciju podataka, i to redom: osnovna replikacija, napredna replikacija i replikacija podataka *Oracle Streams* tehnikom, putem *SQL*Plus* i *Enterprise Manager* konzole.

6.1 Osnovna replikacija

Osnovna replikacija dozvoljava izgradnju samo statičkih kopija koja se mogu ažurirati posredno, tehnikom osvežavanja. Samim tim, izgradnja statičkih kopija se preporučuje u situacijama kada je korisnicima dovoljno samo čitanje replikacionih kopija na udaljenom serveru. Posmatra se konfiguracija distribuiranog informacionog sistema definisanog u prethodnom poglavlju i šema relacije *Faktura*. Odlučeno je da prva tehnika replikacije bude osnovna replikacija, replikaciona kopija statičkog tipa, a tehnika osvežavanja replikacione kopije brza. U cilju brzog osvežavanja, potrebno je za datu osnovnu tabelu formirati replikacioni dnevnik, putem naredbe *CREATE MATERIALIZED VIEW LOG*. Nakon što se utvrdilo da su *dblink*-ovi podešeni, kreira se replikaciona slika *SNP_FAKTURA* u šemi *USER3* servera *ORCL2* koja predstavlja tačnu repliku tabele *Faktura* šeme *USER3* na server *ORCL1*. Pošto se radi o statičkoj kopiji, ažuriranje njenog sadržaja sprovodilo se ručno, pozivom odgovarajućih procedura i automatski, definisanjem intervala osvežavanja u samoj naredbi kreiranja replikacione slike.

6.2 Napredna replikacija

Napredna replikacija proširuje mogućnosti osnovne replikacije tako što dozvoljava ažuriranje repliciranih podataka u distribuiranom okruženju. Replikaciona kopija koja dozvoljava da se nad njom vrše promene naziva se dinamičkom replikacionom kopijom. Kreira se replikaciono okruženje od jednog glavnog servera i jednog servera replikacionih kopija. Na glavnom serveru, specificira se replikaciona grupa *a_repg* koja sadrži dva objekta replikacije, i to tabelu *FAKTURA* i tabelu *VRSTA_SPISA*, dok se na serveru replikacionih kopija specificira replikaciona grupa na osnovu glavne, čiji sadržaj čine materijalizovani pogledi kreirani na osnovu objekata na glavnom serveru odgovarajuće šeme baze podataka. Kako se na osnovu date replikacione grupe kreira samo jedna grupa replikacionih slika, ona u isto vreme predstavlja i

matičnu glavnu grupu replikacione grupe koja će biti kreirana na serveru replikacionih kopija. Za definisanje glavne grupe, koristi se *CREATE_MASTER_REPGROUP* procedura, dok se dodavanje objekata u glavnu grupu realizuje procedurom *CREATE_MASTER_REPOBJECT*, *DBMS_REPCAT* paketa. Grupa replikacionih kopija *a_repg*, sadrži dve replikacione kopije, i to *USER3.FAKTURA_MV* i *USER3.VRSTA_SPISA_MV* koje se zasnivaju na objektima *FAKTURA* i *VRSTA_SPISA* u glavnoj grupi na serveru *ORCL1*. Objekti replikacije na glavnom serveru, kao i replikacione kopije na serveru replikacionih kopija se smeštaju u grupe za osvežavanje. Osvežavanje replikacionih kopija vrši se uvek u asinhronom režimu, propagacijom samih podataka, pri čemu je moguće realizovati kompletno i brzo osvežavanje. Replikacione kopije se raspoređuju u grupe za osvežavanje, za koje se definiše vremenski trenutak prvog i svakog narednog osvežavanja. Konkretno, za potrebe predmetnog zadatka, bila je kreirana grupa za osvežavanje koja sadrži objekte grupe replikacionih kopija pod nazivom *a_refg*.

6.2 Oracle Streams

Oracle Streams tehnologija za replikaciju, održavanje i upravljanje podacima sadrži tri osnovne komponente putem kojih se realizuje postupak replikacije: komponenta za snimanje (*capture*), komponenta za propagaciju (*propagation*) i komponenta za sprovođenje (*apply*). Podešavanjem *capture* komponente kreira se *STRM_CAPTURE* proces koji beleži sve promene nad tabelom *FAKTURA* šeme *USER3* i smešta ih u red (*queue*) *STRM_CAPTURE_QUEUE* koji se čuva u tabeli *STRM_CAPTURE_TABLE*. Nakon toga, tabela *FAKTURA* eksportuje se upotrebom *DataPump* tehnike i instancira na odredišnom serveru, pri čemu se za instanciranje koristi trenutni *SCN* (*System Change Number*) tabele na izvornom serveru. Nakon toga, podešava se proces propagacije *DDL* i *DML* promena sa servera *ORCL1* na server *ORCL2*. Specifikacija propagacije se realizuje pozivom procedure *ADD_TABLE_PROPAGATION_RULES* paketa *DBMS_STREAMS_ADM*. Na taj način, kreira se proces pod nazivom *STRM_PROPAGATION* koji vrši propagaciju poruka iz reda *STRM_CAPTURE_QUEUE* na izvornom serveru ka redu *STRM_APPLY_QUEUE* na odredišnom serveru. Pozivom procedure *ADD_TABLE_RULES* paket *DBMS_STREAMS_ADM*, kreira se proces *STREAM_APPLY* koji se smešta u kreirani red *STREAM_APPLY_QUEUE* i čuva u tabeli *STREAM_APPLY_TABLE*. Podešavanja su bila sprovedena proceduralnom tehnikom putem *SQL*Plus* konzole, nakon čega je bila prikazana specifikacija istih procesa upotrebom *Enterprise Manager*-a koji predstavlja integrisano Oracle softversko rešenje za upravljanje celokupnim Oracle okruženjem.

6.2 Oracle GoldenGate

Oracle GoldenGate predstavlja softversko rešenje *Oracle* korporacije za snimanje promena nad podacima u realnom vremenu i replikaciju podataka između baza podataka u homogenom i heterogenom okruženju [5]. U radu su bile prikazane osnovne karakteristike ovog softverskog rešenja i naglašene mogućnosti njegove primene u različitim domenima poput upravljanja transakcijama, transformacije podataka, filtriranja podataka, upravljanja događajima, sprovođenja kompleksnih analiza u cilju dobijanja informacija o performansama sistema, itd. Postoje različita softverska rešenja koja uspešno pariraju *GoldenGate*-u na tržištu softvera za potrebe replikacije podataka, ali ono što izdvaja *GoldenGate* je širok dijapazon arhitekturnih

rešenja koje nudi. Težnja *Oracle* korporacije jeste da potpuno potisne iz upotrebe *Oracle Streams* i Naprednu replikaciju, i pomoću *GoldenGate*-a postane lider u domenu softverskih rešenja za replikaciju podataka između baza podataka u homogenom i heterogenom okruženju

7. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan način konfiguracije i analize replikacije podataka u distribuiranoj bazi podataka kod *Oracle10g* distribuiranog SUBP. Zahvaljujući činjenici da ovaj SUBP podržava replikaciju podataka, propagaciju ažuriranja putem ugrađenih procedura i analizu izvršenih aktivnosti putem odgovarajućih pogleda i rečnika podataka, predstavljene su osnovne tehnike za replikaciju i ažuriranje podataka koje podržava izabrani SUBP. Za svaku analiziranu tehniku prikazana su neophodna podešavanja okruženja i procedure kojima se realizuje replikacija i ažuriranje podataka, a zatim su izvedeni zaključci o mogućnostima koje nudi odabrana tehnika, njenim nedostacima i situacijama u kojima se preporučuje njena implementacija. Pored standardnih funkcionalnosti za rad sa bazama podataka, izabrani SUBP karakteriše prisustvo podrške i alata za razvoj, održavanje i analizu replikacije pod nazivom *Oracle Streams* koji, ujedno, nudi prezentaciju i izvoz dobijenih rezultata analize. Na samom kraju, prikazane su karakteristike i mogućnosti softverskog rešenja *Oracle GoldenGate*. Kako primena asinhrono propagacije uvodi vremensko kašnjenje pri ažuriranju različitih kopija istih podataka što dovodi do privremene globalne nekonzistentnosti baze podataka, potrebno je da izabrani SUBP poseduje dodatne mehanizme čija primena može garantovati dovođenje baze podataka u konzistentno stanje. Jedan od mogućih pravaca daljeg razvoja je izučavanje ovih problema sa posebnim naglaskom na uticaj koji oni imaju na predmetni podsistem i izabrani SUBP. Dalje, kako je analiza procesa replikacije izvršena u distribuiranom sistemu kreiranom putem *Oracle 10g SUBP*, mogući dalji pravac razvoja je izučavanje replikacije podataka primenom nekog drugog SUBP-a i poređenje sa rezultatima ostvarenim u ovom radu.

8. LITERATURA

- [1] Mogin P., Luković I., "Principi projektovanja baza podataka", Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, MP "STYLOS" Novi Sad, 1996.
- [2] M. Tamer Ozsu, P. Valduriez, *Principles of distribute database systems*, [eBook] New York : Springer, Springer, 2011. e-ISBN: 978-1-4419-8834-8.
- [3] *Introduction to database replication*, <http://www.vs.inf.ethz.ch/edu/WS0607/VS/slides/GA-VS06.pdf>, preuzeto marta 2012. godine.
- [4] M. Tumma, *Oracle Streams: High Speed Replication and Data Sharing*, [eBook] New York : Springer, Springer, 2004. e-ISBN-13: 978-0974599359.
- [5] J.P. Jeffries, *Oracle GoldenGate Implementer's Guide*, [eBook] Packt Publishing Ltd, 2010.
- [6] Vujić, M. Završni rad „Razvoj softverskog paketa informacionog sistema advokatske kancelarije - podsistem Kreiranje i održavanje sistemskih evidencija". Novi Sad : s.n., 2010.

Kratka biografija:



Marko Vujić rođen je u Senti 1987. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2006. god. Bečelorski rad iz oblasti Industrijsko inženjerstvo – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2010. god. Master rad iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – Računarske nauke i informatika odbranio je 2012. god.

PRIMENA SPECIJALIZOVANIH BAZA PODATAKA U OBLASTI UPRAVLJANJA DOKUMENTIMA**AN APPLICATION OF SPECIFIC DATABASES IN THE DOCUMENT MANAGEMENT DOMAIN**Branko Todorić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada dat je pregled nerelacionih sistema baza podataka namenjenih za čuvanje polustrukturiranih i nestrukturiranih podataka. Prikazane su osnovne osobine NoSQL sistema baza podataka. Objasnen je pojam, osnovne karakteristike i domeni primene embedded baza podataka. Predstavljena je unapređena verzija Sistema za čuvanje i pretraživanje podataka koji predstavlja konkretan primer NoSQL baze podataka. Sistem za čuvanje i pretraživanje podataka dizajniran je u vidu embedded baze podataka, ali pristup podacima je moguć i putem odgovarajuće web aplikacije.

Abstract – This paper presents a review of non relational database systems intended for storing semi-structured and unstructured data. We present the main features of NoSQL database systems. We also present the concepts, main features and application domains of embedded databases. The improved version of the system for storing and searching data as an example of NoSQL database is presented at the end of the paper. The System for storing and searching data is designed in the form of an embedded database, where access to data is also provided through the appropriate web application.

Ključne reči: NoSQL, embedded, baza podataka, dokument, ključ – vrednost, big data, pretraga, web, REST, API.

1. UVOD

Od ulaska u ozbiljniju upotrebu krajem osamdesetih godina prošloga veka, relacioni sistemi za upravljanje bazama podataka (RSUBP) predstavljaju vodeću tehnologiju za čuvanje strukturiranih podataka u poslovnim aplikacijama. Zahvaljujući efikasnosti i prilagodljivosti, kao i postojanju efikasnog upitnog jezika, relacioni model podataka biva toliko dobro prihvaćen da praktično postaje standard u oblasti organizacije podataka informacionih sistema. U periodu osamdesetih i devedesetih godina prošloga veka, relacioni sistemi za upravljanje bazama podataka su predstavljali gotovo jedinu mogućnost za čuvanje podataka kojima je bilo potrebno obezbediti pristup od strane više korisnika na konzistentan način. U prethodnih nekoliko godina način razmišljanja "jedna veličina odgovara svima" (*one size fits all*), kada su u pitanju baze podataka, doveden je u pitanje i od strane naučnika i od strane velikih kompanija,

o čemu Michael Stonebreaker diskutuje u radu [1]. Sveopšti napredak informacionih tehnologija i eksplozivni razvoj Interneta, doveli su do toga da su količine podataka i raznovrsnost tipova podataka koje je potrebno skladištiti, veći nego ikad. Sa povećanjem količine podataka koje je potrebno obrađivati, vrlo često dolazimo u kontakt sa promenljivim ili nestrukturiranim podacima, dok priroda podataka i načini njihove upotrebe postaju sve manje predvidivi. Potraga za rešenjem problema vezanih za velike količine i polustrukturiranost podataka, pokrenula je razvoj klase sasvim novih tipova baza podataka koji se jednim imenom nazivaju *NoSQL* baze podataka.

Specifičnost radnog okruženja i namene, s jedne strane, i potreba minimizacije kašnjenja u komunikaciji softverske aplikacije sa bazom podataka, s druge strane, uzrokovali su nastanak specijalizovanih vrsta baza podataka integrisanih sa softverskom aplikacijom – *embedded* baza podataka. U poslednjih nekoliko godina dogodio se eksplozivni razvoj prenosnih računarskih uređaja, "pametnih" telefona, PDA uređaja (*Personal Digital Assistants*), kao i malih, ugrađenih specijalizovanih sistema (*embedded systems*). Količine podataka koje se generišu pri obavljanju uobičajenih zadataka u stalnom su porastu, a većina korisnika pomenutih uređaja, ima potrebu da neophodne podatke preuzme sa Interneta i da ih obrađuje u režimu rada bez internet konekcije (*offline*). Zahtevi za obezbeđivanjem sofisticiranih mogućnosti upravljanja podacima, kao i privremenog ili trajnog čuvanja korisničkih podataka na samom uređaju, uzrokovali su potrebu postojanja malih baza podataka ugrađenih u uređaj. Specifičnost namene ugrađenih baza podataka nameće veliki broj problema i izazova koji dolaze do izražaja prilikom razvoja ovih sistema, za razliku od klasičnih sistema baza podataka kod kojih takvi problemi ne postoje. Na primer, ugrađene baze podataka moraju biti integrisane u male uređaje koji poseduju ograničene resurse za spoljnu i radnu memoriju i koji zahtevaju obezbeđenje kontinuiranog rada uz minimalno održavanje ili njegovo potpuno izbegavanje. *Embedded* baze podataka se takođe suočavaju sa izazovima koji se tiču portabilnosti i interoperabilnosti.

Kao konkretan primer jedne *NoSQL embedded* baze podataka, predstavljena je unapređena verzija Sistema za čuvanje i pretraživanje podataka, čije su osnovne funkcionalnosti realizovane u okviru diplomskog rada [2]. Realizovana unapređenja odnose se na implementaciju naprednih mehanizama pretrage i mogućnost upravljanja verzijama dokumenta.

NAPOMENA:

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

Ciljevi ovog rada su: a) objasniti čime je uzrokovan nastanak *NoSQL* pokreta, navesti oblasti primene i osnovne karakteristike *NoSQL* sistema baza podataka, b) objasniti motivaciju nastanka *embedded* baza podataka, navesti oblasti primene i ukazati na izazove uzrokovane specifičnošću primene sa kojima se susreću *embedded* baze podataka, c) realizovati unapređenje postojećeg rešenja Sistema za čuvanje i pretraživanje podataka u vidu: obezbeđenja naprednih tehnika pretrage nad sačuvanim podacima; obezbeđenja mogućnosti upoređivanja verzija dokumenata i kreiranja nove verzije dokumenta preuzimanjem sadržaja iz postojećih verzija dokumenta.

Na osnovu datih analiza karakteristika relacionih sistema za upravljanje bazama podataka i *NoSQL* baza podataka, čitalac može izvesti kriterijume i svoju analizu opravdanosti kada primeniti prvu odnosno drugu vrstu sistema za upravljanje podacima. U zavisnosti od konkretnih karakteristika rešavanog problema, čitalac je u stanju da zaključi da li bi, u posmatranom slučaju integracija baze podataka sa aplikativnim rešenjem dovela do zadovoljenja zahtevanih performansi sistema. Izvedene zaključke moguće je primeniti prilikom realizacije konkretnih projekata i time doprineti poboljšanju ukupnih performansi projektovanog sistema.

2. NOSQL BAZE PODATAKA

Izraz *NoSQL* koristi se da označi pokret nastao početkom 2009. godine koji je imao za cilj da okupi sve baze podataka i skladišta podataka koji ne slede dobro ustanovljene principe relacionih sistema za upravljanje bazama podataka. *NoSQL* se često povezuje sa velikim skupovima podataka kojima se pristupa i manipuliše na način koji je definisan od strane *web-scale* sistema. Opširnije o *NoSQL* pokretu može biti pročitano u [3]. Zvanična internet prezentacija *NoSQL* pokreta dostupna je u [4].

2.1 Faktori koji su uzrokovali nastanak *NoSQL* sistema

Pojava *WEB 2.0* – nove filozofije uzajamnog povećanja kolektivne inteligencije i dodatne vrednosti za svakog korisnika Interneta dinamičnim stvaranjem i deljenjem informacija, koji *web* posmatra kao platformu, *Cloud computing* i društvene mreže učinili su da raznolikost i dostupnost informacija bude veća nego ikad. U isto vreme, količina podataka koja se kreira, razmenjuje i skladišti dostiže enormne vrednosti. Internet giganti poput *Google-a*, *Amazon-a* i *Facebook-a*, prvi su se susreli sa **big data** problemom – količinom digitalnih informacija čiji obim prevazilazi sposobnost ljudi i većine softverskih alata da izvrši prihvatanje, upravljanje i obradu tolike količine podataka. Napredak u polju informacionih tehnologija i razvoj Interneta, naročito *Web 2.0*, ostavio je traga i u oblasti sistema baza podataka. Najvažniji izazovi sa kojima su se susreli relacioni sistemi baza podataka su: problem polustrukturiranih i nestrukturiranih podataka, problem skalabilnosti i velikih količina podataka, izbegavanje nepotrebne kompleksnosti i problem performansi. Kompanije poput *Google-a* i *Facebook-a*, neuspešno su pokušavale da izvrše potrebna prilagođenja *RSUBP-a* radu sa polustrukturiranim i nestrukturiranim podacima čiji obimi su okarakterisani kao **big data**, što je

nakon određenog vremena rezultovalo razvojem internih rešenja sistema baza podataka koja se nisu zasnivala na relacionom modelu podataka. Ovi, novostvoreni sistemi baza podataka predstavljali su uzor i osnovu za stvaranje nove klase sistema baza podataka poznate pod nazivom *NoSQL*. Opširnije o faktorima koji su uzrokovali nastanak *NoSQL* baza podataka može biti pročitano u [5].

2.2 Karakteristike *NoSQL* sistema

Eric Brewer je 2000. godine formulisao teoremu primenljivu na sisteme koji se zasnivaju na distribuiranoj arhitekturi koja kaže da u bilo kom sistemu koji poseduje deljene podatke, ne mogu istovremeno biti zadovoljena tri sledeća uslova: konzistentnost (*Consistency*), raspoloživost (*Availability*) i tolerancija razdvojenosti (*Partition tolerance*), poznatu pod nazivom *CAP* teorema [6]. Poštujući ovu teoremu, pri projektovanju ili konfigurisanju distribuiranog sistema neophodno je napraviti neki kompromis, a *NoSQL* sistemi najčešće odbacuju kompletnu konzistentnost zarad obezbeđivanja raspoloživosti i tolerancije razdvojenosti. Nemogućnost obezbeđenja konzistentnog stanja u svakom trenutku, u suprotnosti je sa skupom pravila koja definiše *ACID* (*Atomicity, Consistency, Isolation, Durability*) [7], tako da je za podršku radu ovakvih sistema definisan novi skup svojstava – *BASE* (*Basically Available, Soft state, Eventually consistent*) [8]. Oslanjanje na manje restriktivan skup svojstava, *BASE*, rezultuje boljim performansama sistema baze podataka, ali je dopustivo samo u slučajevima kada je mogućnost rada sa podacima koji ne moraju nužno biti aktuelni, prihvatljivo od strane korisnika. Osnovne karakteristike i prednosti *NoSQL* sistema su: ne poseduju formalnu šemu baze podataka i ne oslanjaju se na relacioni model podataka, obezbeđuju rad sa velikim količinama slabostukturiranih i nestrukturiranih podataka, obezbeđuju horizontalnu skalabilnost i elastičnost, obezbeđuju particioniranje baze podataka i asinhronu replikaciju, omogućavaju paralelno procesiranje oslanjanjem na *Map-Reduce* algoritam, izbegavaju skupo objektno-relaciono mapiranje, tolerantni su na otkaze i dominantno su otvorenog koda. Nedostaci *NoSQL* sistema su: nepostojanje standarda u oblasti *NoSQL* sistema, nepostojanje standardizovanog upitnog jezika za sve *NoSQL* sisteme, s obzirom da većina *NoSQL* sistema spada u sisteme otvorenog koda, korisnici se suočavaju sa nepostojanjem odgovarajuće korisničke podrške i dokumentacije.

2.3 Podela *NoSQL* sistema

Detaljna klasifikacija *NoSQL* baza podataka razlikuje se od autora do autora, ali oko osnovne klasifikacije *NoSQL* baza podataka slaže se većina autora. Prema toj klasifikaciji, *NoSQL* baze podataka dele se na: baze podataka tipa ključ – vrednost, skladišta podataka koja se sastoje od familija kolona, baze podataka orijentisane ka dokumentima i baze podataka orijentisane ka grafovima. Opširnije informacije o podeli i tipičnim predstavnicima *NoSQL* baza podataka postoje u [9].

3. EMBEDDED BAZE PODATAKA

U poslednjih nekoliko godina, razvoj ugrađenih sistema koji rade u realnom vremenu (*embedded real-time systems*), napreduje velikom brzinom. Popularizacijom

mobilnih uređaja, korisnička očekivanja su okrenuta ka stalnom poboljšanju mogućnosti procesiranja u realnom vremenu, kao i upravljanjem podacima na mobilnim i specijalizovanim uređajima. U isto vreme, količina podataka kojom je potrebno upravljati ima trend stalnog rasta. Klasični sistemi baza podataka koje je moguće pronaći na tržištu kao što su: *Oracle*, *SQL Server* ili *MySQL*, nisu pogodni za korišćenje u prenosnim i specijalizovanim sistemima u vidu *embedded* baza podataka. Prenosni uređaji poseduju niz ograničenja kako u pogledu hardvera kojim raspolažu, tako i u pogledu softvera koji može da se izvršava na ovim specifičnim platformama. Ograničenja poput kapaciteta memorije i potrošnje energije čine da klasični sistemi baza podataka ne mogu adekvatno da odgovore korisničkim zahtevima. Prethodno opisana problematika uzrokuje potrebu postojanja malih, efikasnih i pouzdanih sistema baza podataka koji bi bili u stanju da odgovore svim izazovima koje nameće specifičnost radnog okruženja u kojem se nalaze. Ovakvi sistemi nazivaju se *embedded* bazama podataka. Imajući u vidu oblast primene, *embedded* baze podataka dele se na: baze podataka integrisane sa softverskom aplikacijom koje se izvršavaju na klasičnim računarskim platformama i baze podataka integrisane u mobilne uređaje, prenosne računarske sisteme i uređaje specijalizovane namene. Opširnije o definiciji i karakteristikama *embedded* baza podataka, može biti pročitano u [10]. Detaljna klasifikacija *embedded* baza podataka data je u [11].

3.1 Baze podataka integrisane sa softverskom aplikacijom koje se izvršavaju na klasičnim računarskim platformama

Baza podataka integrisana sa softverskom aplikacijom jeste baza podataka koja je instalirana kao softverska komponenta unutar same aplikacije pa se, stoga, ne izvršava kao zasebna aplikacija [11]. *Embedded* baze podataka mogu biti integrisane sa softverskom aplikacijom putem referenciranja softverske biblioteke u kojoj se nalazi implementacija baze podataka ili putem dodavanja izvornog koda baze podataka kodu aplikacije na odgovarajućim mestima.

3.2 *Embedded* sistemi

Embedded sistem predstavlja kombinaciju hardvera i softvera specijalno dizajniranog za obavljanje određene funkcije. *Embedded* računarski sistemi predstavljaju sisteme visokih performansi koji moraju biti pažljivo dizajnirani s ciljem zadovoljavanja strogih zahteva [12]. *Embedded* baze podataka pronalaze primenu u oblastima kao što su: mobilno računarstvo, inteligentni uređaji i *embedded* sistemi, pa čak i u *smart* karticama.

3.3 Karakteristike, zahtevi i kriterijumi od značaja za odabir odgovarajućeg sistema ugrađenih baza podataka

Glavne karakteristike i zahtevi *embedded* baza podataka su: minimizacija memorijskih zahteva, redukovanje alokacije resursa, brzina izvršavanja i predvidivost performansi, visoka pouzdanost i raspoloživost, interoperabilnost, prenosivost i podrška različitih operativnih sistema, upotreba fleš (*Flash*) memorije. Najznačajniji kriterijumi koji utiču na izbor odgovarajućeg sistema *embedded* baze podataka su: izbor

platforme, zauzeće resursa, ocena performansi, analiza zahtevanih servisa. O karakteristikama i zahtevima *embedded* baza podataka, više podataka može biti pronađeno u [13], [14], a o kriterijumima koji utiču na izbor odgovarajuće *embedded* baze podataka u [15].

4. SISTEM ZA ČUVANJE I PRETRAŽIVANJE PODATAKA

Motivacija nastanka Sistema za čuvanje i pretraživanje podataka (SČPP), leži u praktičnim potrebama za posedovanjem baze podataka koja bi bila u mogućnosti da na što efikasniji način odgovori sledećim zahtevima: potreba vrlo čestog upisa sadržaja u bazu podataka, potreba relativno čestog čitanja sadržaja iz baze podataka, relativno retko modifikovanje ili brisanje postojećih podataka, potreba čuvanja istorije promena nad podacima. Podatke koje je potrebno čuvati u bazi podataka karakteriše odsustvo stroge strukture i zasniva se dominantno na potrebi čuvanja tekstualnih sadržaja i polustrukturiranih podataka. Potraga za bazom podataka koja bi zadovoljila pobrojane zahteve, obezbedila najbolje performanse i pri tom predstavljala rešenje otvorenog kôda, krenula je od tradicionalnih, relacionih baza podataka koje nisu zadovoljavale zahtevane performanse. Analizom karakteristika *NoSQL* baza podataka, utvrđeno je da baze podataka orijentisane ka dokumentima, u posmatranom slučaju, poseduju najprimereniji model podataka, ali ni jedno od postojećih rešenja koja pripadaju ovoj grupi baza podataka, nije posedovalo svobuhvatan skup svojstava koja bi zadovoljila korisničke zahteve. Realizacijom SČPP-a tako da poseduje sledeći skup osobina, zadovoljeni su svi korisnički zahtevi: podaci se čuvaju u formi dokumenata po ugledu na *CouchDB* bazu podataka orijentisanu ka dokumentima. Dokument predstavlja skup parova ključ – vrednost i nalazi se u *JSON* (*Java Script Object Notation*) formatu. SČPP podržava mogućnost rada kao *embedded* rešenje ili kao klasično, klijent–server rešenje uz obezbeđenje korisničke *web* aplikacije. Mrežni pristupi SČPP–u obezbeđeni su putem *REST API*–ja koji omogućava da se dokumenti sačuvani u okviru baze podataka posmatraju kao jedinstveni adresibilni resursi kojima je moguće pristupiti putem *URI*–ja. SČPP omogućava čuvanje svih verzija svakog od dokumenata i podržava “labaviju” konzistentnost oslanjanjem na *MVCC* - metod za upravljanje konkurentnim pristupima bazi podataka koji izbegava zaključavanje resursa prilikom operacije čitanja, oslanjajući se na mehanizam praćenja verzija. Veoma brz pristup poslednjoj verziji dokumenta obezbeđen je oslanjanjem na namenski projektovanu strukturu podataka smeštenu u radnu memoriju, koja, između ostalog, sadrži referencu na poslednju verziju svakog od dokumenata sačuvanog u bazi podataka. Pretraga nad podacima sačuvanim u okviru SČPP-a, svodi se na pretragu tekstualnih sadržaja. Osnovna verzija SČPP-a podrazumeva da se pretraga nad podacima vrši uz pomoć odgovarajuće funkcije, navođenjem odabranog svojstva i njegove vrednosti koji predstavlja kriterijum pretrage. Unapređena verzija SČPP-a omogućava formiranje složenog upita povezivanjem navedenih kriterijuma pretrage logičkim operatorima I, ILI i NE. Unapređena verzija SČPP-a obezbeđuje mogućnost upoređivanja

odabranih verzija izabranog dokumenta i spajanje njihovog sadržaja u novu verziju dokumenta. Nova verzija dokumenta ne mora nužno da poseduje sva obeležja koja su sadržana u osnovnim verzijama, već se korisniku pruža mogućnost odabira željenih obeležja.

5. ZAKLJUČAK

Relacioni sistemi baza podataka imaju mogućnost rada i sa podacima reprezentovanim u vidu niza parova ključ – vrednost, i sa nestrukturiranim podacima u vidu velikih binarnih objekata, ali primarna namena RSBP jeste rad sa dobro strukturiranim podacima. Za razliku od RSBP koji se zasnivaju na standardizovanom relacionom modelu podataka, svaki *NoSQL* proizvod je prilagođen konkretnom domenu problema, često uključujući samo neophodan skup operacija i osobina. Od kako je *NoSQL* pokret formalno nastao, na tržištu je postalo dostupno preko 120 *NoSQL* proizvoda. Baze podataka koje pripadaju *NoSQL* klasi sistema baza podataka, dizajnirane su, i koriste se u situacijama kada RSBP ne mogu da osiguraju dovoljno dobre performanse pri radu sa specifičnim vrstama podataka, gde se specifičnost podataka može ogledati u njihovoj promenljivoj prirodi, odsustvu strukture, vrlo velikim količinama ili kombinaciji prethodnih faktora. Kada zadovoljavanje postavljenih zahteva pred definisane performanse sistema igra vrlo važnu ulogu, ili kada ne postoji potreba obezbeđenja podrške višekorisničkom režimu rada od strane baze podataka, moguće je korišćenje *embedded* baza podataka. Zadavanje komandi i upita nad *embedded* bazom podataka, vrši se putem definisanog *API*-ja, što je u većini slučajeva prihvatljivo u sistemima specifične namene, ali u sistemima opšte namene može da bude ograničavajući faktor. Nepostojanje odgovarajućeg upitnog jezika predstavlja vrlo čestu zamerku i u slučaju *NoSQL* sistema baza podataka i u slučaju *embedded* baza podataka.

Kao ilustracija jednog konkretnog *NoSQL* sistema prikazana je unapređena verzija Sistema za čuvanje i pretraživanje podataka. Ovaj sistem je realizovan po uzoru na *CouchDB*, *NoSQL* bazu podataka orijentisanu ka dokumentima, i obezbeđuje skladištenje velikog broja dokumenata velikog obima, gde se u dokumentima čuvaju tekstualni sadržaji u kombinaciji sa polustrukturiranim podacima. *SČPP* insistira na što boljim performansama operacija za čitanje i upis podataka, tako da je realizovan u vidu *embedded* rešenja. Čuvanje svih verzija posmatranog dokumenta, omogućeno je na nivou *SČPP*. Mehanizam praćenja verzija dokumenata, iskorišten je za poboljšanje performansi prilikom konkurentnih zahteva za čitanje istog dokumenta, oslanjanjem na *MVCC*, tako da svaki zahtev za čitanje dokumenta, bez odlaganja biva opslužen. Pretaga sadržaja baze podataka se oslanja na pretragu čistog teksta, putem namenskog *API*-ja. *SČPP* generalno karakterišu jednostavnost i intuitivnost upotrebe, što uz dobre performanse i platformsku nezavisnost, proširuje mogućnost upotrebe i van namenom definisanih okvira.

Dalja istraživanja mogu da teku u pravcu ispitivanja karakteristika sistema baza podataka u ambijentu rada sa polustrukturiranim nestrukturiranim podacima čiji su obimi okarakterisani kao *big data*, kod kojih se zahteva

obezbeđivanje skupa svojstava *ACID*. Dalja unapređenja *SČPP*-a mogu ići u pravcu obezbeđenja *master – slave* replikacije sadržaja baze podataka i mogućnosti čuvanja velikih binarnih objekata i obimnih tekstualnih sadržaja u vidu priloga (*attachments*).

6. LITERATURA

- [1]: M. Stonebreaker, Ç. Uğur, **One Size Fits All: An Idea whose Time has Come and Gone**, CDE '05: Proceedings of the 21st International Conference on Data Engineering, IEEE Computer Society, 2005.
- [2]: Бранко Тодорић, **Имплементација система за чување и претраживање података у програмском језику Python**, Факултет техничких наука Нови Сад 2012.
- [3]: C. Strauch, **NoSQL Databases**, University Hochschule der Medien, Stuttgart.
- [4]: Zvanična internet prezentacija *NoSQL* pokreta: <http://nosql-database.org/>
- [5]: O. Sutinen, **NoSQL – Factors Supporting the Adoption of Non-Relational Databases**, M.Sc. thesis, University of Tampere 2010.
- [6]: *CAP* теорема: <http://www.julianbrowne.com/article/viewer/brewer-s-cap-theorem>
- [7]: Г. Павловић – Лажетић, **Основе релационих база података**, рецензирани универзитетски уџбеник, Веста / Математички факултет, Београд, 1996.
- [8]: D. Pritchett, **Base: An ACID alternative**, Acm Queue 2008.
- [9]: S. Tiwari, **Professional NoSQL**, John Wiley & Sons, Inc. 2011.
- [10]: V. Kataria, S. A. P. Singh, S. P. Chandra, **Commercial Embedded Database Systems: Analysis and Selection**, Sant Longwal institute of engineering & technology 2004.
- [11]: A. Tešanović, D. Nyström, J. Hansson, C. Norström, **Embedded Databases for Embedded Real-Time Systems: A Component-Based Approach**, Linköping University Department of Computer Science, Linköping, Sweden, 2002.
- [12]: J. A. Fisher, P. Faraboschi, C. Young, **Embedded Computing**, Elsevier 2005.
- [13]: M. A. Olson, **Selecting and Implementing an Embedded Database System**, Sleepycat Software 2000.
- [14]: **Benefits of Database for Embedded Systems**, ITTIA, L.L.C. 2011.
- [15]: **Smart Systems Require an Embeddable Database: Six Criteria to Consider**, Cisco and IBM Strategic Alliance 2010.

Kratka biografija:



Branko Todorović rođen je u Somboru 1985. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2012. god.



RAZVOJ SOFTWARE ZA REGULACIJU TEMPERATURE I RASVETE U OKVIRU
KUĆNE AUTOMATIZACIJE KORIŠĆENJEM OPREME PROIZVOĐAČA HDL

DEVELOPMENT OF HOME AUTOMATION SOFTWARE FOR TEMPERATURE AND
LIGHTING CONTROL, USING HDL EQUIPMENT

Miloš Tankosić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je razvoj softvera za regulaciju temperature i rasvete u okviru kućne automatizacije, koji radi sa opremom proizvođača HDL i koristi biblioteku *Miracle.dll* koju ovaj proizvođač nudi kao opciju za samostalni razvoj softvera i integraciju HDL Smart-BUS komunikacije u postojeće softvere. Prvi, i najznačajniji deo rada, bavi se utvrđivanjem načina komunikacije sa opremom, dok je u narednim poglavljima opisana realizacija te komunikacije u vidu softverskog rešenja, kao i realizacija fazi regulatora temperature.

Abstract – This paper presents development of home automation software for temperature and lighting control, using HDL equipment and *Miracle.dll* library, as a solution for integrating HDL Smart-Bus system into a third part software. First, and the most significant part of work, deals with identifying ways to communicate with the equipment, while the following sections describe the implementation of that communication in the form of software solution, and implementation phase of fuzzy logic temperature controller.

Ključne reči: *Kućna automatizacija, HDL, Miracle, Fuzzy logika, Temperatura, Osvetljenje*

1. UVOD

Pojam pametnih kuća (zgrada), u zavisnosti od toga sa kog stanovišta ih posmatramo, možemo tumačiti na više načina. Iako svaka pametna kuća može biti po nečemu jedinstvena, ono što povezuje sve pametne kuće, i istovremeno ih odvaja od konvencionalnih kuća je njihova infrastruktura koja omogućava različitim sistemima koji su postavljeni ili ugrađeni u kuću da međusobno komuniciraju i razmenjuju podatke, i da na osnovu tih podataka izvršavaju unapred definisane radnje. Uloga softvera u okviru kućne automatizacije je da prati zahteve korisnika i da na osnovu njih generiše komande koje se šalju kontrolerima uređaja kako bi ti zahtevi bili ispunjeni. Istovremeno, softver prati vrednosti značajnih promenljivih i nudi korisniku uvid u sve parametre sistema. S obzirom na to da su klimatizacija i rasveta dva najbitnija podsistema u okviru sistema pametne kuće, ovaj rad otkriva način na koji se može ostvariti regulacija temperature i rasvete unutar objekta, korišćenjem opreme proizvođača HDL [1] i njihove biblioteke funkcija *Miracle.dll* koja se može preuzeti besplatno. Svaki

NAPOMENA:

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

proizvođač opreme implementira određeni komunikacioni protokol koji je osmislio samostalno, ili usvojio, pa tako i HDL koristi Smart-BUS (S-Bus) protokol [2], koji je razvila SmartHome grupa, u okviru koje saraduje dvadesetak proizvođača opreme. Prvi deo rada bavi se analizom S-Bus komunikacionog protokola i načinima prenosa podataka, sa akcentom na inkapsulaciju S-BUS protokola u IP protokol. U narednim poglavljima data je specifikacija korišćene opreme, opisano je softversko rešenje u okviru kojeg je realizovana komunikacija korišćenjem S-Bus komunikacionog protokola i opisan je fuzzy regulator temperature koji je takođe ugrađen u softver i koji vrši dodatnu regulaciju temperature na osnovu razlika u vrednostima spoljašnje temperature, trenutne temperature i željene temperature.

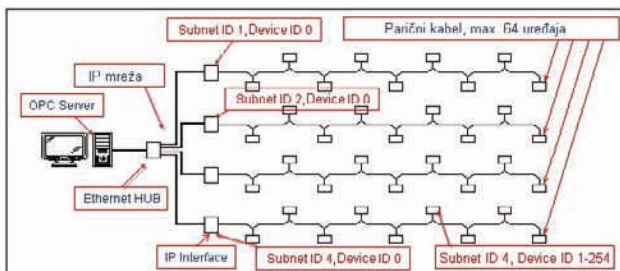
2. SMART-BUS (S-BUS) PROTOKOL

S-BUS je dvosmerni komunikacioni protokol koji se oslanja na unapređenu RS486 64-bitnu komunikaciju. Osmišljen je od strane SmartHome grupe isključivo za potrebe industrije kućne automatizacije. Kao prenosni medijumi mogu da se koriste: Provodnik sa četiri uvrnute parice, Powerline komunikacija, Wireless, Infrared, Fiber optički kabel, dok se putem odgovarajućih konvertora mogu koristiti DMX-512 i KNX protokoli. S-BUS je veoma fleksibilan u pogledu načina povezivanja, tako da omogućava različite topologije unutar mreže. Preporučuju se hand-by-hand način povezivanja, pri čemu dužina provodnika može dostići do 1200 metara i zvezdasti način povezivanja koji praktično nema ograničenja ukoliko se vodi računa o padu napona na magistrali. Zbog pada napona se na jedan parični kabel može povezati do 64 uređaja.

2.1. S-BUS u okviru IP mreže

U okviru IP mreža koristi se UDP protokol za prenos podataka. U njega se „pakuju“ podaci koji dolaze preko RS-485 komunikacije. Pri tome se port 6000 koristi kao podrazumevani. IP interfejs se koristi kao posrednik u komunikaciji (router) između podmreže (Subnet-a) i glavne mreže, za spregu sa drugim sistemima, kao i prilikom konfigurisanja i praćenja sistema. Mehanizam razmene poruka unutar mreže funkcioniše tako što se svaka poruka koja dolazi preko RS-485 komunikacije prosleđuje u IP mrežu preko IP interfejsa. Poruka koja se šalje preko IP mreže prosleđuje se na RS-485 komunikaciju u okviru podmreže ukoliko odredišni Subnet ID odgovara tom IP interfejsu, ili ako je poruka poslata svim uređajima koji se nalaze u okviru mreže. Moguće je ukupno adresirati 254 podmreže (gde

SubnetID = 255 označava slanje poruke svim uređajima), sa po 254 uređaja u okviru svake od njih. Pošto u sistemu ne postoje vodeći (master) i prateći (slave) uređaji, svaki uređaj u okviru mreže šalje poruku po potrebi. Na taj način značajno se smanjuje broj poruka u okviru mreže, kako ne bi dolazilo do kolizije. Na slici 1 prikazan je primer mreže sa Ethernet HUB-om, koja sadrži četiri IP interjejsa prema podmrežama, od kojih svaka od podmreža može imati do 64 uređaja povezanih na jedan parični kabl.



Slika 1: Primer mreže

2.2. Detaljan prikaz S-BUS protokola

Detaljan prikaz S-BUS protokola nalazi se na slici 2. Kao što je već navedeno, polazni i odredišni SubnetID i Device ID uzimaju vrednosti od 0 do 254 i 255 za broadcast poruke. Maksimalna dužina podataka u okviru jednog paketa može biti 80 bajtova. Podaci se pakuju u niz u okviru softvera i šalju pomoću funkcija koje se nalaze u Miracle.dll biblioteci, što će biti objašnjeno u narednim poglavljima. Na kraju se nalaze biti za proveru tačnosti podataka korišćenjem CRC algoritma [3].

Leading code	Length of data package	Original subnet ID	Original device ID	Original device type	Operate code	Target subnet ID	Target device ID	content	CRC H	CRC L
16bit	8Bit	8Bit	8Bit	16Bit	16Bit	8Bit	8Bit	0-N byte	8Bit	8Bit
0xAAA A	13-128	0-254	0-254	0-0FFF	0-0xFFF	0-254	0-254	0-N byte		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Slika 2: Detaljan prikaz S-BUS protokola

3. SPECIFIKACIJA KORIŠĆENE OPREME

Za potrebe izrade rada korišćena je sledeća oprema:

- SB-DN-48HNET Hotel Room Control Host

Ovo je namenski uređaj koji se nalazi između glavne mreže i podmreže koja se nalazi u okviru hotelske sobe. Osim IP interfejsa, uređaj nudi i dodatne opcije kao što su kontrola 48 kanala, definisanje scenarija, definisanje zona i još neke opcije koje nisu bitne za realizaciju ovog rada.

- SB-DN-HMIX18 Pro Hotel Mix Control Module
Koristi se u kombinaciji sa prethodnim uređajem. Raspolaze sa ukupno 18 kanala, od čega 2 dimera, 16 releja koji se mogu koristiti za rasvetu, zavesu, ili neki drugi uređaj tog tipa, i ima opcije za klimatizaciju.

- SB-WS6-UK

Zidni panel sa šest prekidača, gde se svaki od njih može konfigurisati tako da obavlja zadatu funkciju.

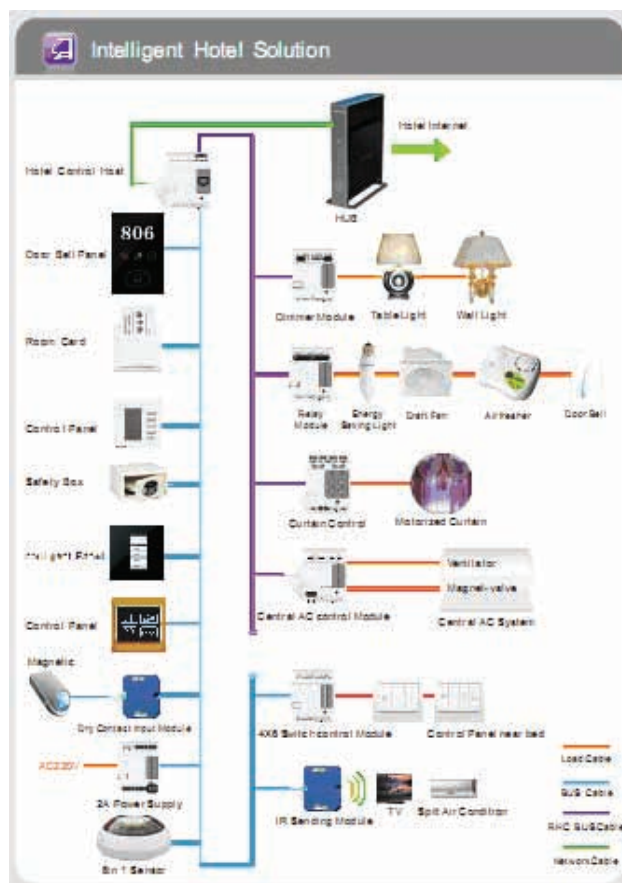
- SB-3S-Bell-XS

Panel osetljiv na dodir, koji pored zvona nudi i opcije za poziv osoblja, preuzimanje veša i zabrane uznemiravanja. Montira se u hodnik.

- SB-DLP-MEU

Multifunkcionalni panel sa LCD displejom. Nudi opcije za kontrolu rasvete, klimatizacije, zavesa, podnog grejanja, muzike i još dodatnih opcija.

Na slici 3 prikazani su navedeni uređaji u kombinaciji sa drugim uređajima koje proizvođač nudi kao rešenje za automatizaciju hotelskih soba. Na osnovu strukture mreže sa slike može se zaključiti na koji način se odvija komunikacija između uređaja. Uređaje je nakon ugradnje potrebno konfigurisati. Za konfiguraciju uređaja koristi se softver HDL-BUS pomoću kojeg se definišu podmreže i dodela se redni brojevi uređajima u okviru svake podmreže. Na nekim uređajima vrše se dodatna podešavanja, kao što je, na primer, dodela zadataka pojedinim prekidačima na zidnom panelu.



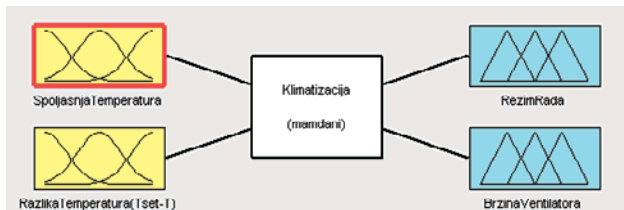
Slika 3: Prikaz korišćene opreme i načina umrežavanja sa drugim uređajima

Iako je navedena oprema konstruisana namenski za upotrebu u hotelima, ona je korišćena u okviru ovog rada jer nam je u ovom trenutku jedino ona bila dostupna. Način komunikacije sa ovom opremom isti je kao i kod ostale opreme koju proizvođač nudi.

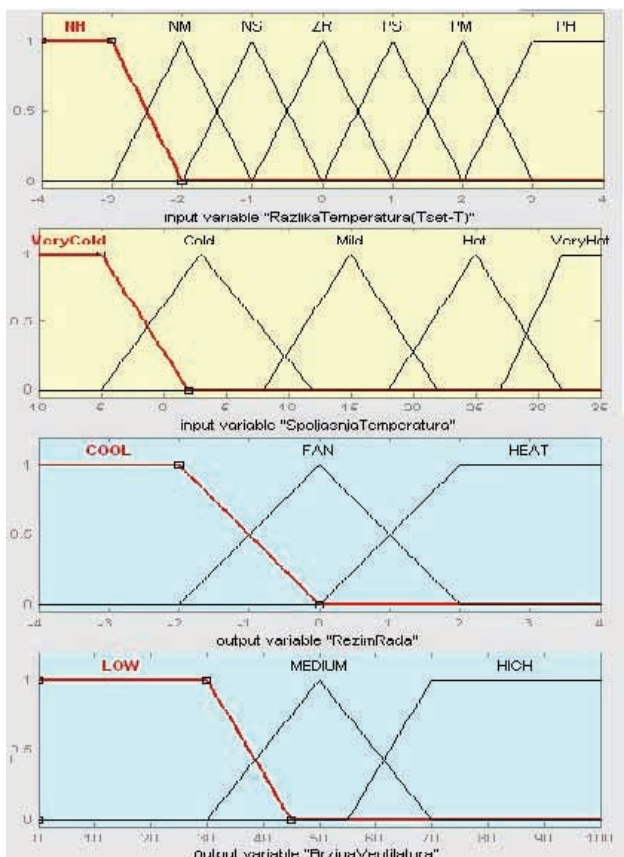
4. FUZZY REGULATOR TEMPERATURE

Uloga Fuzzy regulatora u okviru ovog rada je da na osnovu vrednosti ulaznih veličina izvrši dodatna podešavanja sistema za klimatizaciju. Fuzzy regulator

temperature je projektovan tako da ima dva ulaza: razlika između željene i trenutne vrednosti temperature u prostoriji i vrednost spoljašnje temperature, i dva izlaza: režim rada klimatizacije i brzina ventilatora. Funkcije pripadnosti ulaznih i izlaznih veličina prikazane su na slici 5.

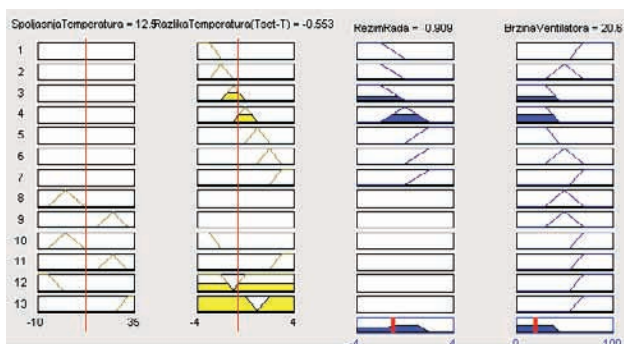


Slika 4: Fuzzy logička blok šema



Slika 5: Fazifikacija ulaznih i izlaznih veličina

Nakon fazifikacije ulaznih promenljivih primenjuju se fuzzy operatori prema utvrđenim pravilima koja su prikazana na slici 6.



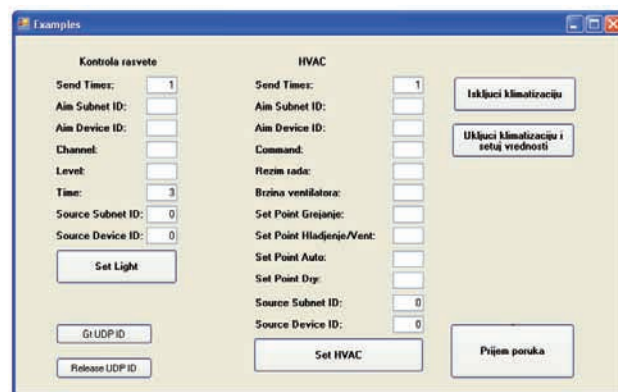
Slika 6: Pravila za fuzzy zaključivanje

Za fuzzy zaključivanje korišćen je metod Mamdani. Defazifikacija je urađena metodom centra površi (Center Of Gravity – COG) [4].

Kontroler koji smo koristili ima ugrađen PI regulator, koji može samostalno da upravlja sistemom klimatizacije. Uz dodatnu regulaciju koju vrši ovaj fuzzy kontroler, osim odabira režima rada, vrši se i dodatno podešavanje brzine ventilatora kako bi se željena vrednost što pre dostigla.

5. SOFTVERSKO REŠENJE

Kao što je već navedeno, softversko rešenje se oslanja na Miracle.dll biblioteku, koja sadrži funkcije za slanje i prijem poruka, kao i mehanizme za ostvarivanje komunikacije. Pozivom njenih funkcija podaci se prosleđuju direktno ili preko pokazivača. U cilju testiranja načina komunikacije sa opremom i potrebe da se empirijski ustanove komandni kodovi i način zapisa podataka, prvo je razvijen program u programskom jeziku C# koji nam omogućava da sve željene parametre unesemo ručno. Njegov interfejs prikazan je na slici 7.



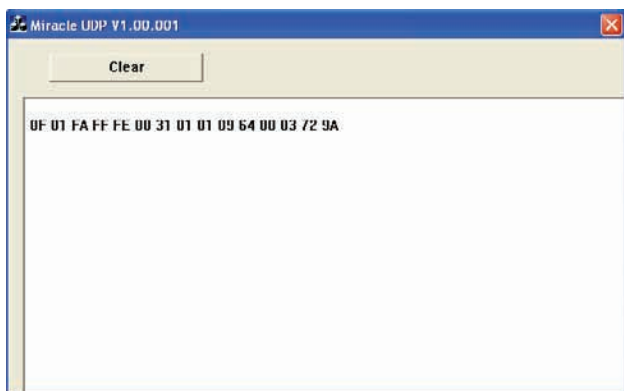
Slika 7: Izgled programa

Parametri kao što su Command, Channel, SubnetID, DeviceID, Send Times prosleđuju se kao argumenti prilikom poziva odgovarajućih funkcija, dok se ostale unešene vrednosti slažu u niz maksimalne dužine 67 bajtova, i tako prosleđuju, što se vidi u deklaracijama:

- `Int_stdcall SendMsg(unsigned char SendTimes, unsigned char AimSubnet, unsigned char AimDevice, unsigned short int Cmd, unsigned char AddCount, unsigned char AddBuf[67], unsigned char SourceSubnetID, unsigned char SourceDeviceID)`
- `Int_stdcall SendMsgSingle (unsigned char SendTimes, unsigned char AimSubnet, unsigned char AimDevice, unsigned short int Time, unsigned char SourceSubnetID, unsigned char SourceDeviceID)`
- `Int_stdcall RecvMsg (int CurID, unsigned char *SrcSubnet, unsigned char *SrcDevice, unsigned short int*Cmd, unsigned char *AddCount, unsigned char AddBuf[67]).`

Najveći problem u realizaciji ovog rada bio je da se ustanove komandni kodovi i pravi redosled slaganja podataka u niz AddBuf, kako bi opremi mogli pravilno da prosledimo ono što želimo, ili da pročitamo vrednosti

koje su poslate sa opreme. U tu svrhu korišćen je pregled poslanih i primljenih poruka u heksadecimalnom obliku, koji je prikazan na slici 8.



Slika 8: Pregled poruka u heksadecimalnom zapisu

Na slici 8 prikazan je heksadecimalni zapis poruke koja se pomoću funkcije SendMsgSingle šalje na uređaj čiji je SubnetID=0x01, DeviceID=0x01, komandni kod je 0x0031 i on se koristi za podešavanje rasvete (u ovom slučaju jačina svetla na kanalu 0x09 postavlja se na vrednost 0x64). Na sličan način se vrši podešavanje klimatizacije, s tom razlikom da se za slanje koristi funkcija SendMsg i šalje se više podataka koji su složeni u niz AddBuf. Takođe, prilikom promene neke vrednosti na nekom od uređaja, kontroler automatski šalje izveštaj o tome, dok na svakih desetak sekundi šalje redovan izveštaj. Te izveštaje preuzimamo pozivom funkcije RecvMsg, i nju je potrebno pozvati određen broj puta kako bi se sve poslate poruke preuzele.

5.1. Testiranje softvera

Nakon što smo ustanovili mehanizme komunikacije, kompletan kod, uključujući i fuzzy regulator, je reprogramiran u programskom jeziku Java i ponovo je testiran u radu sa opremom koristeći grafičko okruženje programskog paketa Magiesta. Testiranje je obavljeno bez izvršnih uređaja jer nismo raspolagali sa njima. Softver je testiran tako što su u okviru njega zadavane željene vrednosti SetPoint-a, brzine ventilatora ili jačine osvetljenja. Te promene su istovremeno bile vidljive na LCD displeju multifunkcionalnog panela, što je značilo da su podaci uspešno prosleđeni kontroleru. Zatim je testiranje ponovljeno, s tim da su parametri menjani na panelu i praćeno je da li softver te promene evidentira.

6. ZAKLJUČAK

Trenutno na tržištu postoji veliki broj softvera za kućnu automatizaciju, ali mali broj podržava rad sa opremom više proizvođača. To korisnika dovodi u poziciju da postane zavistan od proizvođača čiju je opremu počeo da koristi. Ovaj rad pruža mogućnost da se neki od postojećih softvera za kućnu automatizaciju unapredi kako bi radio sa opremom koja komunicira preko S-BUS komunikacionog protokola, u ovom slučaju konkretno sa proizvodima kompanije HDL koja nudi mnoštvo naprednih uređaja.

Time se korisniku pruža veći izbor u pogledu opreme, a proizvođači se dovode u poziciju da moraju bolje i više raditi na razvoju proizvoda kako korisnici ne bi prestali da koriste njihovu opremu. Iako je ovde testirano svega par uređaja, ovaj rad otkriva načine komunikacije koji se mogu primeniti na ostale uređaje koji koriste S-BUS komunikaciju, što otvara mogućnosti za dalji rad.

7. LITERATURA

- [1] HDL Group, Catalog and Broshures, podaci preuzeti u martu 2012. godine sa adrese: www.hdlchina.com
- [2] SmartHome Group, S-BUS Technology, preuzeto u martu 2012. godine sa adrese: <http://www.smarthomebus.com/smart-bus-sbus-technology.html>
- [3] HDL, „S-Bus system detail training“, prezentacija sa seminara održanog 09.11.2010. u Kini.
- [4] Konjović Zora, „Fuzzy logika“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.

Kratka biografija:



Miloš Tankosić rođen je 16. avgusta 1985. godine u Bačkoj Palanci, gde je stekao osnovno i srednje obrazovanje. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima je završio 2011. godine.

**OPTIMIZACIJA OTVORENOSTI ŽALUZINA KOD KLIMA KOMORA
PRIMENOM FUZZY LOGIKE****OPTIMIZATION OF BLINDS IN AIR CONDITIONING SYSTEMS
BY USING FUZZY LOGIC**

Srećko Kozić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U poslovnim zgradama klima komore su jedan od najvećih potrošača električne energije, pa je optimizacija upravljanja klima komorama od velikog značaja za ostvarivanje uštede električne energije. U radu su prikazane mogućnosti upravljanja i optimizacije klima komore kao i optimizacija otvorenosti žaluzina kod njih primenom koncepta fazi logike sa ciljem održavanja sobne temperature i koncentracije ugljen-dioksida u zavisnosti od temperature vazduha i koncentracije ugljen-dioksida u objektu, a da se pri tome ostvari energetska ušteta..

Abstract – In business building HVAC systems are one of the largest consumers of electricity, so the optimization of management of air chambers has great importance for the realization of energy saving. This paper presents the possibility to control the HVAC system and optimisation of blinds by the fuzzy logic application for the management of air chamber in order to maintain room temperature and the concentration of carbon dioxide, depending on air temperature and the concentration of carbon dioxide in the building, and thereby achieve energy savings.

Cljučne reči: Fazi logika, Klima komora, HVAC, Optimizacija, Upravljanje.

1. UVOD

Smanjenje energetske potrošnje prilikom grejanja i hlađenja predstavlja ključ energetske uštede [1]. Analiza prikazana u radu je bazirana na letnji period gde je potrebno hladiti vazduh koji se ubacuje spolja, kako bi se postigla željena temperatura. Kada bi se neprekidno ubacivao samo sveži vazduh spolja, to bi dovelo do velike potrošnje energije u letnjem periodu, jer bi se tada velika energija trošila na hlađenje vazduha koji se uvodi u objekat. Upravo ovde se pronalazi prostor za ostvarivanje uštede u potrošnji energije u klima komorama. Naime, klima komore sadrže žaluzine koje služe da propuste odgovarajuću količinu spoljnog i povratnog vazduha u prostoriju. Na taj način se izbegava ubacivanje samo svežeg vazduha, već se koristi i deo vazduha koji je već bio u prostoriji, a pri tom je zadržao zadovoljavajući kvalitet, dok je njegova temperatura, svakako bliža željenoj temperaturi, nego što je temperatura spoljnog vazduha.

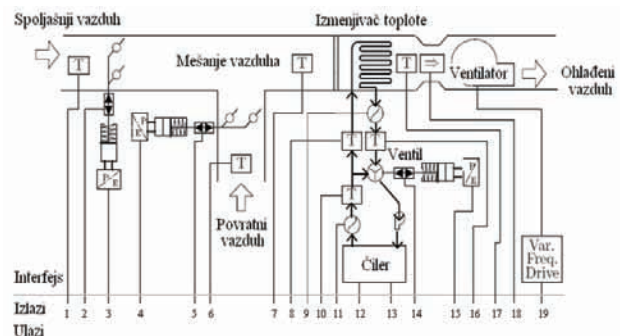
NAPOMENA:

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

Tako će u toj smeši dva vazduha, biti manje vazduha čija temperatura je bitno različita od željene vrednosti, i tada ćemo manje energije trošiti na hlađenje tog vazduha. Potrebno je, dakle, ostvariti pogodno upravljanje žaluzinama kako bi se rasporedile koncentracije spoljnog i povratnog vazduha, tako da se dobije vazduh sastava dovoljno kvalitetnog, da ga ljudi mogu nesmetano koristiti, a da se pri tom ostvari što veća ušteta u potrošnji energije. Jedno od mogućih rešenja je primena fazi logike. Oni su poznati po tome što imaju izuzetno široku primenu, posebno u industriji, gde se koriste u procesima regulacije, odlučivanja i upravljanja, i gde u velikom procentu pokazuju izuzetno dobre rezultate. Iz tog razloga će ovde biti primenjeni, kako bi nam pomogli u odlučivanju i upravljanju.

2. KLIMA KOMORA**2.1 Opis klima komore**

Na slici 1. je prikazana klima komora koja se koristi u ovom radu i u potpunosti odgovara komercijalnim klima komorama [2]. Ceo sistem podeljen je u dva osnovna podsistema i to podsistem protoka vazduha i podsistem protoka vode. Ova dva podsistema se 'dodiruju' u izmenjivaču toplote, gde se obavlja razmena toplotne energije između vode i vazduha. Osim izmenjivača toplote, sistem se sastoji od: dovodnih cevi kojima se doprema spoljašnji i povratni vazduh, ventilatora, trokrakog ventila, jednobrzinske pumpe, bloka za mešanje vazduha, čilera, žaluzina spoljnog vazduha, žaluzina povratnog vazduha i filtera vazduha. Ovakva klima komora je izrađena prema svim važećim standardima i normama klimatizacije u smislu tehničkih karakteristika.



Slika 1. Funkcionalna šema klima komore

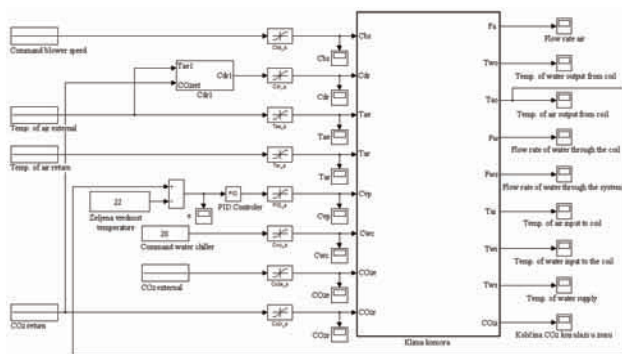
2.2. Princip rada klima komore

U izmenjivaču toplote se spajaju podsistem protoka vazduha i podsistem protoka vode koji predstavlja cevi. Kroz njih protiče odgovarajuća količina hladne vode koja dolazi iz čilera da bi ohladila vazduh koji prolazi kroz izmenjivač toplote. Tako se vazduh oslobađa svoje toplotne energije koju preuzima voda. Takva voda se vraća ka čileru gde se ponovo hladi, i tako se zatvara krug podsistema protoka vode. Pumpa obezbeđuje konstantan protok vode kroz čiler. Trokraki ventil obezbeđuje da se protok vode, koji izlazi iz čilera, подели u dva smera. Jedan krak je put koji vodi hladnu vodu u izmenjivač, a drugi krak zaobilazi izmenjivač i vraća vodu pravo u čiler. Ventil može biti otvoren od 0% do 100%. Za vrednost signala od 100%, sva voda koja izađe iz čilera se vodi na izmenjivač, a krak koji zaobilazi izmenjivač je zatvoren, i obrnuto je za 0%. Ako senzor temperature vazduha koji se nalazi na izlazu iz izmenjivača, registruje vrednost veću od željene vrednosti, tada raste vrednost CVP signala za upravljanje otvorenošću ventila, što znači da se povećava protok hladne vode kroz izmenjivač i vazduh se hladi. U slučaju da registruje vrednost manju od željene vrednosti, opadaće vrednost CVP signala za upravljanje, a samim tim će se i povećavati temperatura. Osim senzora na izlazu iz izmenjivača, imamo i senzore temperature na ulazu u izmenjivač kao i senzore za temperaturu spoljnog vazduha i temperaturu povratnog vazduha. Svi senzori uz blok za mešanje vazduha, žaluzine, ventilator i filter čine podsistem protoka vazduha. Dva ulaza u blok za mešanje vazduha kao i u blok za mešanje ugljen-dioksida čine, ulaz za spoljašnji vazduh i ulaz za povratni vazduh. Količinu propuštenog vazduha određuje položaj žaluzina koje se nalaze na oba pomenuta ulaza vazduha. Žaluzine su mehanički spregnute na taj način da koliko se otvori žaluzina jednog ulaza vazduha toliko se zatvori žaluzina drugog ulaza vazduha, i obrnuto. Time je omogućeno da se za upravljanje položajem žaluzina koristi jedan upravljački signal. Posle bloka za mešanje vazduha, vazduh prolazi kroz filter za prečišćavanje vazduha, a potom kroz izmenjivač toplote, gde se po potrebi hladi i ubacuje u objekat pomoću ventilatora.

3. SIMULACIJA

3.1 Simulacija klima komore bez optimizacije

Simulacioni model klima komore je prikazan na slici 2.



Slika 2. Simulacioni model

Veliki pravougaonik, koji je na slici označen kao 'klima komora' predstavlja matematički model klima komore

koji smo već objasnili [3]. Sa njegove leve strane su mu dovedeni ulazni signali, dok se na desnoj strani nalaze izlazne vrednosti promenljivih iz modela. Kao ulazni signali su najpre, posmatrano od vrha ka dnu, dovedeni komandni signal za upravljanje ventilatorom – C_{bs} (CommandBlowerSpeed), koji obezbeđuje brzinu ventilatora, čiji je zadatak da dostavi potrebnu količinu ohlađenog vazduha u zone. Ispod njega se nalazi manji pravougaonik označen kao "Cdr1" koji predstavlja matematički model našeg fazi regulatora koji u sebi sadrži switch blok u kome odabiramo način simulacije sa ili bez fazi regulatora i na izlazu njega u zavisnosti koji način izbora smo odabrali imamo komandni signal za upravljanje žaluzinama – C_{dr} (CommandDamperReturn), koji će na osnovu svojih vrednosti mešati spoljni i povratni vazduh. U prvom izboru imamo simulaciju gde odmah zadajemo komandni signal za upravljanje žaluzinama – Cdr, a u drugom izboru na osnovu ulaznih vrednosti spoljašnje temperature i ugljen-dioksida iz povratnog voda dobijamo izlazni signal Cdr koji je kasnije ulaz u odgovarajući model klima komore. Ova dva signala su upravljački signali za model i svojim vrednostima definišu odgovarajuće ponašanje celokupnog modela klima komore. Slede dva signala koji unose poremećaje u sistem. To su temperatura spoljnog vazduha (Temperature of AirExternal) i temperatura povratnog vazduha (Temperature of AirReturn). Trenutna vrednost temperature vazduha koji izlazi iz izmenjivača toplote i željena vrednost temperature istog vazduha. Ove dve vrednosti se oduzimaju i dovode se kao greška na ulaz PID kontrolera, koji sada na osnovu greške $e(t)$ sa svog ulaza, generiše komandni signal za upravljanje ventilom – C_{vp} (CommandValvePosition), koji šalje ka ulazu modela. Na osnovu vrednosti ovog signala se trokraki ventil dovodi u odgovarajući položaj i definiše protoke hladne vode kroz sistem. Nakon ovoga, sledi još jedan komandni signal na ulazu modela. To je signal za upravljanje čilerom – C_{wc} (CommandWaterChiller). Na osnovu njegove vrednosti se definiše za koliko će stepeni po celzijusu čiler ohladiti vodu koju dobija na svom ulazu. Definisana vrednost na ovom ulazu, koju smo postavili, je 20 i ona ukazuje na to da će se voda dovedena na ulaz čilera, čija je ulazna temperatura 12 °C, ohladiti za nekih 5 °C i da će na izlazu iz čilera dostići vrednost od 7 °C. U nastavku su prikazane vrednosti četiri ulazna signala koji unose poremećaje u sistem a definišu temperature i koncentracije ugljen-dioksida u spoljnom i povratnom vazduhu:

- Temperatura spoljnog vazduha 30 °C
- Temperatura povratnog vazduha 24 °C
- Koncentracija CO₂ (spoljni vazduh) 500 ppm
- Koncentracija CO₂ (povratni vazduh) 300 – 1000 ppm

Vrednosti koje su prikazane definišu izuzetno topao letnji period, tako da se na taj način ilustruje ponašanje sistema u ekstremnijim uslovima koji su, zbog problema ozonskog omotača i globalnog otopljanja, sve češći u letnjim mesecima poslednjih nekoliko godina. Svih devet signala sa izlaza se vode direktno na blokove koji daju grafičku predstavu dotičnih signala u vremenu (Scope). Da bi se uočio efekat koji na upravljanje i uštedu

ostavljaju optimizacioni algoritmi, najprije će biti pokazano ponašanje modela klima komore kada ne postoji nikakvo upravljanje i kada nije primjenjen nikakav optimizacioni algoritam. U tom slučaju je žaluzina spoljnog vazduha potpuno otvorena, a žaluzina povratnog vazduha je potpuno zatvorena. C_{dr} je signal pomoću koga upravljamo žaluzinama. Opseg njegovih vrijednosti je, za potrebe simulacionog postupka, predefinisani u opseg $[-1, 0]$, koji predstavlja opseg od 0 do 100% otvorenosti žaluzine povratnog vazduha.

Kada je na ovom ulazu vrijednost $C_{dr} = -1$, to znači da je žaluzina povratnog vazduha potpuno otvorena a žaluzina spoljnog vazduha potpuno zatvorena, jer su one mehanički spregnute i objema se upravlja putem ovog signala. Situacija je potpuno obrnuta kada je na ovom ulazu vrijednost 0. U nastavku će biti prikazan kompletan odziv sistema, na osnovu parametara koje smo izabrali i postavili, tako da se može uočiti ponašanja sistema i jednostavno i brzo steći utisak o kvalitetu modela sistema klima komore.

3.2 Fazi logika

Fuzzy (fazi) je engleska reč koja bi mogla da se prevede kao maglovito, nejasno, mutno. Fazi sistem je bilo koji statički ili dinamički sistem koji koristi fazi logiku i odgovarajuću matematičku podršku (teorija fazi skupova, fazi pravila i fazi zaključivanja) [4]. Standardna metodologija projektovanja sistema upravljanja podrazumeva: modelovanje, dizajn, simulacija, matematička analiza i implementacija sistema upravljanja. Osnovni razlozi zbog kojih se primenjuju fazi regulatori, odnosno fazi logika su sledeći: fazi logika je lako razumljiva, postoji velika tolerancija na neprecizne podatke, fazi logikom se modeluju sistemi najveće složenosti, i pritom je sve zasnovano na korišćenju prirodnog jezika, koriste se zajedno sa konvencionalnim metodama projektovanja sistema upravljanja, i što je najvažnije, projektovanje fazi kontrolnih sistema ne zahteva ponovno preispitivanje polaznih pretpostavki pri projektovanju, jer se zahvaljujući velikoj fleksibilnosti može ostvariti poboljšana funkcionalnost na nekom višem nivou projektovanja.

3.3 Optimizacija žaluzina povratnog vazduha

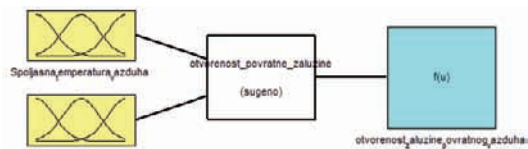
Spoljni vazduh je vazduh koji se u objekat ubacuje iz spoljašnosti, dok je povratni vazduh onaj vazduh koji je već bio u unutrašnjosti objekta.

U zavisnosti od kvaliteta povratnog vazduha i temperature spoljašnjeg vazduha, određuje se u kom će procentu povratni vazduh biti vraćen u objekat. U ovim cevima nalaze se senzori temperature i CO₂ koji nam daju informaciju o trenutnim vrednostima temperature i CO₂ pomenutih vazduha. Žaluzine omogućavaju da povratni i spoljašnji vazduh budu pomešani da se na taj način regulišu temperature i nivo CO₂ vazduha koji prolazi kroz izmenjivač toplote.

Za optimizaciju žaluzina povratnog vazduha korišćen je fazi regulator.

Na ulaz fazi regulatora se dovodi temperatura spoljašnjeg i koncentracija CO₂ u povratnom kanalu, na svom izlazu fazi regulator daje otvorenost žaluzine povratnog vazduha.

Struktura fazi regulatora prikazana je na slici 3.



Slika 3. Struktura fuzzy regulatora za regulaciju žaluzina

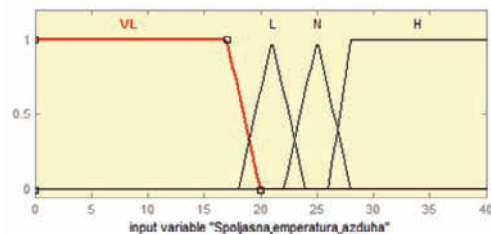
Rasplinuti skupovi ulazne promenljive koncentracije CO₂ povratnog vazduha ima sledeće značenje: VL – veoma mala, L – mala, M – srednja, H – velika, VH – veoma velika. Prostor razmatranja promenljive “CO₂ povratni” je od 0 do 1000ppm, a funkcije pripadnosti navedenih skupova imaju oblik trapezoidnih i trougaonih funkcija. Rasplinuti skupovi odlazne promenljive “otvorenost žaluzine povratnog vazduha” ima sledeće značenje: FC – zatvori skroz, LO – malo otvori, NO – srednje otvori, HO – puno otvori, FC – skroz otvori. Prostor razmatranja promenljive “otvorenost žaluzine povratnog vazduha” je od -1 do 0, a funkcije pripadnosti navedenih skupova su konstantne vrednosti. Za FC – 0, LO - -0.25, NO - -0.5, HO - -0.75, FO - -1. Pravila za otvorenost žaluzine povratnog vazduha su date na kraju rada.

3.4 Simulacija klima komore sa optimizacijom

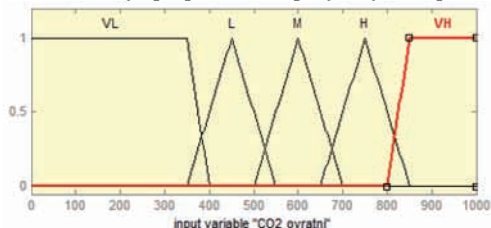
U zavisnosti od položaja žaluzina propušta se odgovarajuća količina spoljašnjeg vazduha iz okruženja i povratnog vazduha koji je već bio u objektu. Povratni vazduh je hladniji ali lošijeg kvaliteta zbog povećane koncentracije CO₂. Zbog toga treba naći kompromis u količini svežeg i povratnog vazduha koji se vraća u objekat. Odluka o tome koliko se spoljašnjeg, a koliko povratnog vazduha ubacuje u objekat, odnosno koliko će biti otvorene žaluzine spoljašnjeg i povratnog vazduha, se donosi na osnovu željene vrednosti koncentracije CO₂ unutar objekta i koncentracije CO₂ koja se vraća u objekat kao i na osnovu željene temperature vazduha i temperature vazduha koja ulazi u objekat. Zbog toga, kriterijum optimalnosti treba da zadovolji dva uslova:

- da teži što manjem CVP-u, jer je ušteda energije veća što je CVP manji, i
- da koncentracija ugljen-dioksida bude što bliža željenoj vrednosti, da bi očuvali okruženje.

Funcije pripadnosti koje su korišćene na ovom modelu prikazane su na sledećim slikama (Slika 4., Slika 5.).

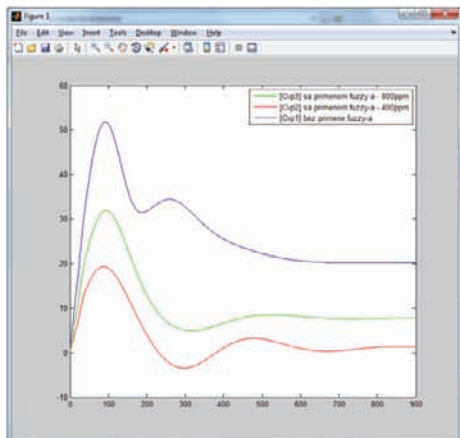


Slika 4. Funkcije pripadnosti spoljašnje temperature



Slika 5. CO₂ret funkcije pripadnosti

Urađeno je više testiranja na datom modelu, ali za postizanje potpune slike, i uvida u optimizaciju datog procesa, dovoljno je prikazati dve simulacije. Obe simulacije su rađene nad istim ulaznim parametrima koji su korišćeni prilikom simulacije bez optimizacionih algoritama. Rešenja tražimo za dva dozvoljena granična nivoa ugljen-dioksida unutar objekta (400ppm i 800ppm). Rezultati simuliranja prikazani su na slici 6.



Slika 6. Uporedni prikaz rezultata dobijenih iz simulacija

Plavom bojom je predstavljen signal Cvp, koji ilustruje način upravljanja ventilom kada na upravljanje nije primenjena fazi logika. Vidi se da ovaj signal ima najveću vrednost na posmatranoj slici tokom celog perioda trajanja simulacije, sto znači da je u tom slučaju i ventil najviše otvoren tokom vremena, pa tada protiče najveća količina hladne vode kroz njega. Najmanja vrednost u toku vremena pripada crvenom signalu, koji je dobijen za željena vrednost koncentracije ugljen-dioksida od 400ppm. Kako je njegova vrednost u toku trajanja simulacije najmanja, to je u ovom slučaju i ventil u proseku najmanje otvoren tokom vremena tako da će najmanje hladne vode proteći kroz ventil kada se kao signal upravljanja ventilom koristi baš ovaj signal. Zelenom bojom je predstavljen signal koji je dobijen za željenu vrednost ugljen-dioksida od 800ppm. Može se primetiti da su u pitanju dva jako slična rešenja sa malim razlikama. Cvp signal bez optimizacije na prvom piku dolazi na vrednost 51% otvorenosti ventila, a upotrebom fazi kontrolera se vrednost prvog pika spusti na oko 30% otvorenosti ventila za željenu vrednost CO₂ od 800ppm i na oko 20% za željenu vrednost od 400ppm. Potom se vrednost optimizovanih Cvp signala spustaju na oko 5% i 4% otvorenosti ventila u proseku. Cvp signali variraju između 1% i 6% i u tom intervalu uspevaju da postignu odgovarajuću temperaturu na izlazu kao i da održavaju dozvoljenu koncentraciju ugljen-dioksida u objekat, uzimajući u obzir da se bez optimizacije vrednost Cvp signala ustalili na 20% otvorenosti ventila, može se zaključiti da je sa 8% otvorenosti ventila u proseku za željenu vrednost ugljen-dioksida od 800ppm i 3% otvorenosti ventila za željenu vrednost ugljen-dioksida od 400ppm postignuta značajna optimizacija, sto se i sa slike može primetiti.

4. ZAKLJUČAK

Tokom rada je opisana ideja sa kojom se želi postići efektivno upravljanje koje će nas voditi ka cilju, a to je već pomenuta ušteda električne energije [5]. Da bi se došlo od postavke problema, pa do našeg pomenutog cilja, krenulo se od principske šeme jedne komercijalne klima komore često viđene u poslovnim zgradama. Nakon izvođenja simulacije nad matematičkim modelom, koji je izveden iz date principske šeme, i postavljenim simulacionim parametrima za topao letnji dan, utvrdili smo dobro ponašanje datog modela za sistem hlađenje. Zbog toga su model i dati parametri uzeti kao referentni i u daljem radu kompletno upravljanje je sprovedeno nad takvim modelom klima komore i predefinisanim parametrima. Na osnovu dobijenih rezultata, došli smo do zaključka, da prilikom upotrebe fazi logike i fazi logičkih kontrolera se uspeva očuvati komfor unutar zgrade, i to uz veliku uštedu električne energije što nam je bio krajnji cilj. To potvrđuje da se apsolutno isplati uvesti ovakav vid upravljanja klima komorom zbog jako velike uštede koja se može ostvariti. Fazi logika se može uspešno primenjivati za optimizaciju datog problema i pri tome daje kvalitetna rešenja

5. LITERATURA

- [1] James M. Calm, (2002) "Emissions and enviromental impacts from air-conditioning and refrigeration systems", *International Journal of Refrigeration* 25 293-305
- [2] Anderson M, Buehner M, Young P, Hittle D, Anderson C, Tu J, Hodgson D, (2007) "An experimental system for advancer heating, ventilating and air conditioning (HVAC) control". In: *Energy and buildings*.
- [3] ASHRAE. (1996). ASHRAE "Handbook—Fundamentals". Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [4] Зора Коњовић, *Fuzzy logic. Факултет техничких наука, Нови Сад, 2004.*
- [5] Sun, J., A. Reddy. *Optimal Control of Building HVAC&R Systems using Complete Simulation-based Sequential Quadratic Programming, Building and Environment, 40(2005), pages 657–669.*

Kratka biografija:



Srećko Kozić rođen u Kruševcu 23.09.1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – računarstvo i automatika odbranio je 2012. god.

IMPLEMENTACIJA PWM TEHNIKA ZA UPRAVLJANJE ASINHRONOM MAŠINOM U GENERATORSKOM REŽIMU
IMPLEMENTATION OF PWM TECHNIQUES FOR INDUCTION MACHINE CONTROL IN GENERATION MODE

 Bane Popadić, Vladimir Katić, Boris Dumnić, Dragan Milićević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Najrasprostranjenije tehnike za upravljanje asinhronom mašinom su tehnike impulsno-širinske modulacije (engl. PWM - Pulse Width Modulation). U industrijskim pretvaračima, kao Danfoss FC302, trenutno se koriste sinusna PWM i modulacija prostornim vektorom (Space vector). Ovim radom će biti pokazane prednosti i mane ove dve tehnike. Prvo će biti predstavljeni rezultati simulacija ove dve tehnike. Zatim će u laboratorijskim uslovima, t.j. implementacijom ovih tehnika uz pomoć dSPACE razvojnog okruženja (DS1006 procesorska kartica), biti pokazane međusobne prednosti.

Abstract – The most widespread techniques for induction machine drives are PWM techniques. Industrial based converters, like Danfoss FC302, are currently using sinusoidal PWM and space vector modulations. This paper aims to show the up and down sides of both techniques. Firstly, computer simulation results will be shown. Then using laboratory setup, i.e. by implementing of these techniques using the DS1006 processor board (dSPACE), advantages of PWM techniques one against the other will be presented.

Ključne reči: Asinhrona mašina, PWM tehnike, Sinusna PWM modulacija, Modulacija prostornim vektorom.

1. UVOD

Generator i pretvarač energetske elektronike su dva glavna dela električnog sistema, koji se nadovezuje na vetro-turbinu za konverziju energije vetra. Različite kombinacije i dizajn ovih uređaja rezultuju različitim rešenjima:

1. Konfiguracije sa stalnom brzinom, bez pretvarača energetske elektronike,
2. Konfiguracije sa pretvaračima manje snage od snage generatora i
3. Konfiguracije sa pretvaračima iste snage kao i snaga generatora.

Kod sistema za konverziju energije vetra bez pretvarača i manje snage od snage generatora koristi asinhroni generator sa namotanim rotorom.

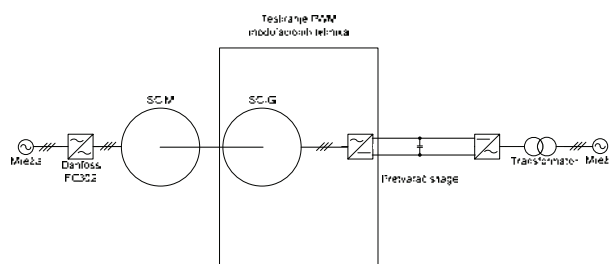
NAPOMENA:

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

Kod sistema sa pretvaračima iste snage generatora, veoma uspešno se koriste asinhronne mašine sa kaveznom rotorom.

Za upravljanje asinhronom mašinom u generatorskom režimu koriste se razne napredne tehnike, od kojih su najrasprostranjenije tehnike impulsno-širinske modulacije (engl. PWM - Pulse Width Modulation). U industrijskim pretvaračima, kao Danfoss FC302, trenutno se koriste sinusna PWM i modulacija prostornim vektorom (engl. Space vector modulation).

Ovim radom će biti pokazane prednosti i mane ove dve tehnike. Prvo će biti predstavljeni rezultati simulacija, a zatim poređenje u laboratorijskim uslovima. Računarski model urađen je u Matlab-Simulink programu, dok je izgled laboratorijske postavke pogona data na slici 1. Postavka je razvijena kao prototip vetroelektrane. Pogonska mašina simulira mehanički podsistem, tj. vetroturbinu pogonjenu momentom vetra, a asinhrona mašina, koja će biti u generatorskom režimu, električni generator spregnut sa mrežom preko četvorokvadrantnog pretvarača. Implementirane su i testirane sinusna PWM i modulacija prostornim vektorom na pretvaraču prema asinhronoj mašini, koja će raditi u generatorskom režimu rada.



Slika 1. Blok šema eksperimentalne postavke.

2. MODELOVANJE ASINHRONE MAŠINE

Matematički model mašine u Matlab-Simulink programskom paketu će biti napisan koristeći jednačine 1 do 4 u domenu apsolutnih veličina:

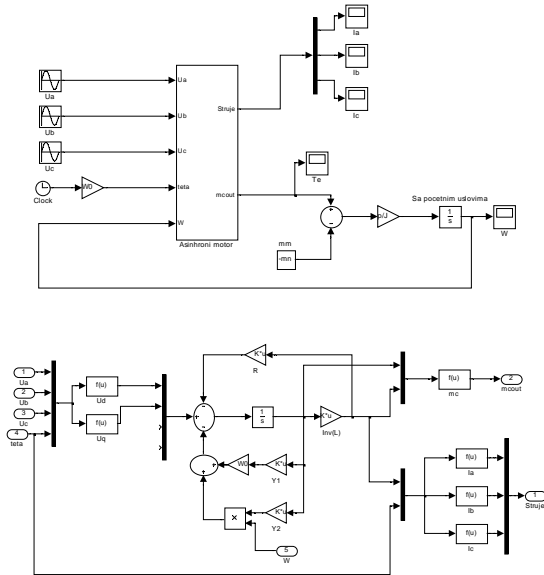
$$\frac{d\vec{\psi}}{dt} = \vec{u} - R \cdot \vec{i} - (\omega_0 \cdot \Psi_1 \cdot \vec{\psi} + \omega \cdot \Psi_2 \cdot \vec{\psi}), \quad (1)$$

$$\vec{\psi} = L \cdot \vec{i} \quad (2)$$

$$m_e = \frac{3}{2} p \cdot (i_{qs} \cdot \psi_{ds} - i_{ds} \cdot \psi_{qs}), \quad (3)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{p}{J} (m_e - m_m), \quad (4)$$

Ovde je odlučeno da se implementacija radi upotrebom standardnih Simulink blokova. Kao ulazne veličine u ovaj model će se tretirati napone, a izlazne veličine (koje se mogu posmatrati) su fluksevi, struje, moment i brzina. Model je organizovan u dva podsistema, električni koji za ulaze ima napone, te brzinu i poziciju, a kao izlaze električni moment. Iz ovog podsistema moguće je posmatrati i struje. Drugi podsistem čini mehanički deo i kod njega postoji ulazna veličina (poremećaj), a krajnji izlaz iz tog podsistema je brzina. Na slici 2 predstavljen je Simulink model asinhronne mašine.



Slika 2. Simulink model asinhronne mašine.

U samom modelu ulazni parametri su parametri asinhronne mašine: otpori, induktivnosti i moment inercije. Pre modelovanja same mašine potrebno je odrediti ove parametre ili ih dobiti od proizvođača.

Sami parametri igraju ključnu ulogu u tačnosti simulacija odziva mašine, a mogu uticati i na rad upravljanja pretvarača.

2.1. Parametri asinhronne mašine

Asinhronna mašina koja se koristi, i čiji su parametri korišteni prilikom modelovanja je proizvođača ATB Sever, Subotica, kodne oznake 1.ZK 90 l-4. Na natpisnoj pločici se mogu naći osnovni podaci koji su dati u tabeli 1.

Tabela 1. Natpisna pločica asinhronne mašine

1.ZK 90 L-4		3~Mot	
IMB3	IP55	259476021-7/11	
50 Hz	1.5 kW	1405 min ⁻¹	cosφ 0.77
Ä/Y	230/400 V	6.2/3.55 A	C.I.F
60 Hz	1.8 kW	1685 min ⁻¹	cosφ 0.77
Ä/Y	265/460 V	6.2/3.55 A	
ID# 5394671		15.5 kg	EN60034

Parametri iz table 1 su iskorišteni da bi se na pretvaraču Danfoss FC302 izvršila automatska adaptacija parametara mašine. Automatskom motornom adaptacijom dobijene su vrednosti parametara prikazane u tabeli 2.

Tabela 2. Vrednosti parametara motora dobijenih koristeći AMA

Otpornost statora (R _s)	5,8073 Ω
Otpornost rotora (R _r)	4,099 Ω
Reaktansa rasipanja statora (X _{ls})	4,6215 Ω
Reaktansa rasipanja rotora (X _{lr})	4,6215 Ω
Međusobna reaktansa (X _m)	97,6885 Ω
Otpornost gubitaka u gvožđu (R _{fe})	2401,806 Ω
Moment inercije (J)	0.0033 kg m ²

Ovi parametri su dalje korišteni u matematičkom modelu motora u Simulink-u.

2.2. Model pretvarača u Simulink-u

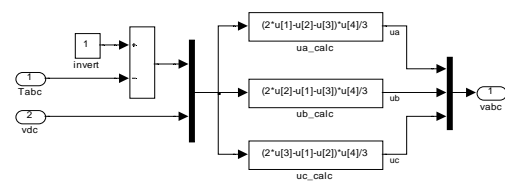
Postoji nekoliko načina da se predstavi pretvarač u Simulink-u. Između ostalog može se koristiti i SimPowerSystem ili napraviti usrednjeni model od standardnih Simulink blokova. Problem SimPowerSystem-a jeste integracija signala iz ovih blokova sa običnim Simulink blokovima. Prirodnija opcija je da se napravi model pretvarača koristeći uobičajene Simulink blokove. Sam pretvarač kao ulazne veličine ima vremena T_a, T_b i T_c, te napon jednosmernog međukola V_{dc}, a na svom izlazu daje napone U_a, U_b, U_c. Izgled modela prikazan je na slici 3. Blok za kalkulaciju napona su blokovi funkcija koje definiše korisnik i u njima se nalaze jednačine koje na osnovu vremena vođenja izračunava napone. One imaju sledeće vrednosti:

$$U_a = (2 \cdot T_a - T_b - T_c) \cdot \frac{V_{dc}}{3} \quad (5)$$

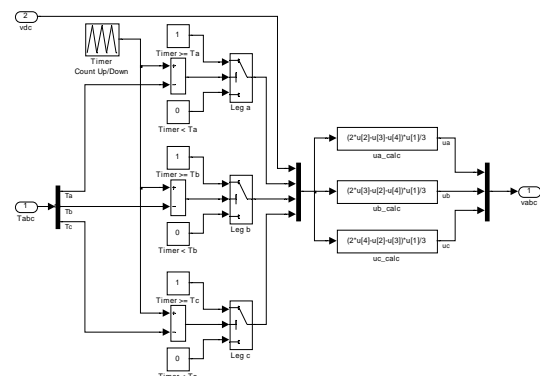
$$U_b = (2 \cdot T_b - T_a - T_c) \cdot \frac{V_{dc}}{3} \quad (6)$$

$$U_c = (2 \cdot T_c - T_a - T_b) \cdot \frac{V_{dc}}{3} \quad (7)$$

Vremena T_a, T_b i T_c će zavisiti od toga koja je tehnika modulacije korištena. Prekidački, tj. PWM model pretvarača je dat na slici 4. Što se tiče računanja napona, koriste se jednačine (5)–(7) što se može i videti iz modela.



Slika 3. Usrednjeni model pretvarača



Slika 4. PWM model pretvarača

3. REZULTATI SIMULACIJE

3.1. Zaletanje i terećenje mašine pri napajanju pretvaračem upravljanim sinusnim PWM-om

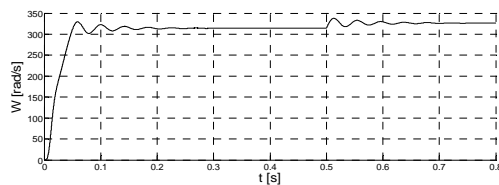
Model asinhronne mašine predstavljen u poglavlju 2 je korišten za simulaciju. Mašini je nametnut sinusni trofazni nominalni napon, te se mašina zaleće u praznom hodu od nulte do sinhronne brzine. Nakon što se postignuto stacionarno stanje, mašini se u $t=0.5$ s nametne konstantan negativan momenat od 5 Nm. U ovom slučaju mašina prelazi u generatorski režim rada.

Na slici 5 se vidi odziv ugaone brzine asinhronne mašine: brzina u praznom hodu jednaka je sinhronoj, dok je prilikom opterećenja brzina veća i mašina prelazi u generatorski režim rada.

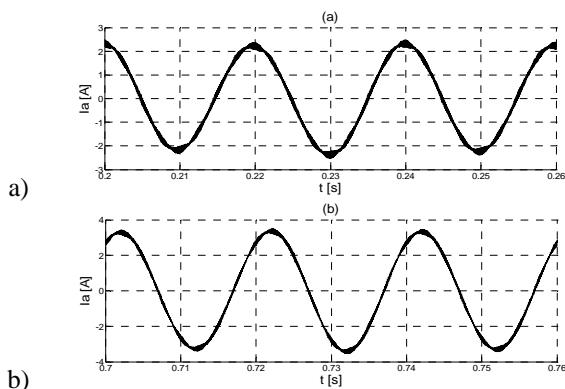
Na slici 6.a i 6.b su prikazani odzivi struja mašine u praznom hodu i prilikom opterećenja. Na slici 6 se može primetiti određeno harmonijsko izobličenje struje, a analizom u Simulinku utvrđeno je da to izobličenje iznosi:

$$THDi (\text{prazan hod}) = 3.63 \%$$

$$THDi (\text{opterećenje}) = 2.52 \%$$



Slika 5. Odziv brzine



Slika 6. Odziv struje u praznom hodu (a) i pri opterećenju (b) za sinusnu modulaciju

3.2. Zaletanje i terećenje mašine pri napajanju pretvaračem upravljanim PWM modulacijom prostornim vektorom

Da bi se uvidele razlike između sinusne i space vector modulacione tehnike ista simulacija je urađena, s tom razlikom što je sada upravljanje pretvaračem bilo modulacija prostornim vektorom. Odziv brzine se nije promenio te izgleda isto kao na slici 5. Ono što se zaista promenilo to je izobličenje struja. Na slici 7.a i 7.b su prikazane struje za prazan hod i opterećenje za modulaciju prostornim vektorom. Njihova izobličenja sada iznose :

$$THDi (\text{prazan hod}) = 3.28 \%$$

$$THDi (\text{opterećenje}) = 2.34 \%$$

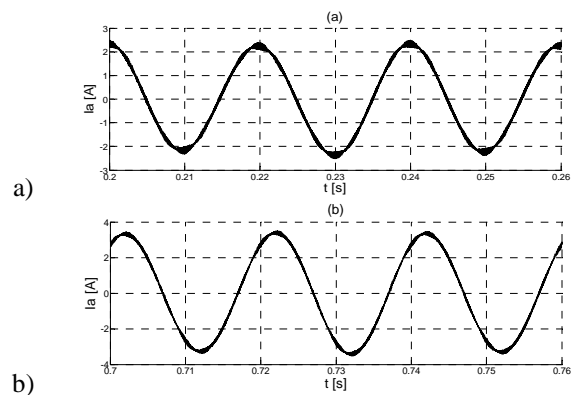
što je oko 10% manje.

4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Eksperimenti su urađeni na laboratorijskom modelu prikazanom na slici 8, koji odgovara blok šemi sa slike 1. Ova postavka se sastoji iz dve mašine spojene vratilima. Mašinom upravlja industrijski Danfoss pretvarač FC302 čija je kontrolna pločica zamenjena i pripremljena za upravljanje pomoću dSPACE kartice.

4.1. Odziv U/f upravljanja sa sinusnom modulacijom

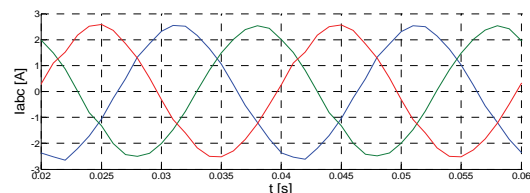
Pogon je upravljan U/f upravljanjem sa sinusnom modulacijom. Za referentnu frekvenciju od 50 Hz snimljen je odziv struja. Prilikom vršenja eksperimenta napon jednosmernog međukola je iznosio $V_{dc}=570$ V. Efektivna vrednost struje je iznosila 1.7 A, dok je napon na mašini bio 343 V. Na slici 9 se može videti odziv struje. Uređajem FLUKE 41B Power Harmonic Analyzer izmereno je izobličenja struje (THDI) od 3%.



Slika 7. Odziv struje u praznom hodu (a) i pri opterećenju (b) za modulaciju prostornim vektorom



Slika 8. Laboratorijska postavka

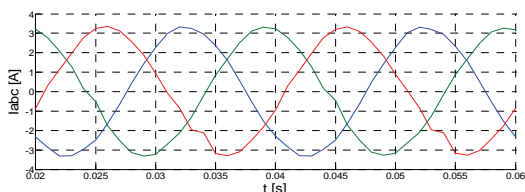


Slika 9. Odziv struje za sinusnu modulaciju

4.2. Odziv U/f upravljanja sa modulacijom prostornim vektorom

Da bi se pokazala razlika u upravljanju potrebno je implementirati i upravljanje modulacijom prostornim

vektorom. Za kontrolu je korišteno U/f upravljanje. Odziv struja je snimljen za referentnu frekvenciju od 50 Hz. Napon jednosmernog međukola je iznosio stabilnih $V_{dc}=570V$. Efektivna vrednost struje koju je merio ovaj uređaj iznosila je 2.18 A. Napon na mašini je iznosio 389 V. Rezultati su prikazani na slici 10. Lako je uočiti izobličenje struja. Uređaj Fluke za 50 Hz upravljačku frekvenciju je pokazao izobličenje od 2.1%.



Slika 10. Odziv struje za modulaciju prostornim vektorom

5. POREĐENJE REZULTATA SIMULACIJE I EKSPERIMENTA

Nakon urađenih simulacija, a zatim i eksperimenata izvršeno je poređenje rezultata, odnosno verifikacija simulacionog modela. Dakle, poređenje ovih rezultata treba da da odgovor na pitanje da li rezultate simulacije možemo smatrati validnim u aplikaciji. Kao referentni smatraće se rezultate izmereni FLUKE uređajem, te će biti određena greška simulacije u odnosu na njih. S obzirom da je eksperiment rađen u praznom hodu, rezultati će biti provereni za ovaj režim simulacije. Poređenje je napravljeno za frekvenciju od 50 Hz. U tabeli 3 su predstavljeni rezultati komparacije.

Tabela 3. Poređenje THDI simulacije i eksperimenta

THD _i	Simulacija	Eksperiment	Δ
Sinusna modulacija	3.63 %	3 %	0.63 %
Modulacija prostornim vektorom	3.28 %	2.1 %	1.18 %

Iz tabele 3 se vidi da postoji razlika između izobličenja prikazanih simulacijom i izobličenja prilikom samog eksperimenta. Ono što je značajno jeste da se može zaključiti da se ne ostvaruje poklapanje rezultata, ali je izobličenje u realnoj aplikaciji manje nego u simulaciji. To je posledica dve stvari :

- 1) Ne postoji apsolutno tačno poznavanje parametara same mašine, i
- 2) Mašina ne radi u idealnom praznom hodu u eksperimentu (mehanički gubici dve mašine).

Moglo bi se zaključiti da je greška simulacije visoka, ali ona zapravo i dalje iznosi svega nekoliko procenata amplitude osnovnog harmonika. Ono što je bilo očekivano, jeste da su i simulacija i eksperiment potvrdili činjenicu da je modulacija prostornim vektorom efikasnija od sinusne modulacije.

6. ZAKLJUČAK

Simulacije koje su izvršene za postavku iz poglavlja 1 ovoga rada pokazale su očekivane rezultate. Sinusna PWM modulaciona tehnika jeste jednostavnija za

implementaciju, ali njena najveća mana jeste veće strujno izobličenje, a zatim vrlo niska iskorištenost napona jednosmernog međukola. Modulacija prostornim vektorom pokazala je značajno bolje rezultate što se izobličenja struje tiče. Ono što su simulacije još pokazale jeste da je izobličenje manje u koliko je mašina opterećena, i ovo važi i za sinusnu i za modulaciju prostornim vektorom. Ali bolji rezultati se i dalje postižu modulacija prostornim vektorom. Takođe, što je viši momenat mašine, to je izobličenje struje manje iz razloga što je amplituda osnovne komponente viša. Eksperimenti koji su izvršeni potvrđuju rezultate simulacije u smislu da je modulacija prostornim vektorom bolja u odnosu na sinusnu modulaciju. Ali, mora se primetiti da izobličenje tokom eksperimenta u praznom hodu i simulacije u istom stanju prikazuju različite vrednosti.

7. LITERATURA

- [1] V. Vasić, Đ. Oros, „Energetska elektronika u pogonu i industriji“, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2010.
- [2] B. Wu, Y. Lang, N. Zargari, S. Kouro, „Power Conversion and Control of Wind Energy Systems“, Wiley, New Jersey, 2011.
- [3] D. Marčetić, „Mikroprocesorsko upravljanje energetske pretvaračima“, Novi Sad, 2012. (u štampi).

Kratka biografija :



Bane Popadić rođen je u Doboju 1988. god. Diplomski-bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2011. god., dok je master rad odbranio jula 2012. god. iz iste oblasti.



Vladimir A. Katić rođen je u Novom Sadu 1954. god. Diplomirao je na FTN u Novom Sadu 1978., a doktorirao na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1991. god. Od 2002. god. je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Oblasti interesovanja su Energetska elektronika, Obnovljivi izvori električne energije i Kvalitet električne energije.



Boris Dumić rođen je u Bileći, R. Srpska, 1976. god. Magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god. Oblast interesovanja su elektromotorni pogoni, energetska elektronika i obnovljivi izvori električne energije.



Dragan Milićević rođen je u Tuzli, Bosna i Hercegovina, 1977. god. Magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2008. god. Oblast interesovanja su višefazne mašine, energetska elektronika i obnovljivi izvori električne energije.



JEDNO REŠENJE AUTOMATSKE PARALELIZACIJE SEKVENCIJALNOG ASEMLERSKOG KODA ZA MIPS PROCESOR SA VIŠE JEZGARA

Dorđe Kovačević, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, djole721988@gmail.com

Mladen Stanojević, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, stanoje@gmail.com

Vladimir Marinković, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, vladimir.marinkovic@rt-rk.com

Miroslav Popović, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, miroslav.popovic@rt-rk.com

Sadržaj – Pojavom procesora sa više jezgara, pojavljuje se potreba za automatskom paralelizacijom programskog koda. Oslanjajući se na postojeće algoritme, u radu je razvijeno jedno novo rešenje programskog alata za paralelizaciju asemblerskog koda. Cilj rada je razviti paralelizator koji na ulazu čita sekvencijalni asemblerski kod, a na izlazu isporučuje paralelizovan kod za MIPS (eng. *Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages*) procesor sa više jezgara. Ideja je sledeća: analizator sintakse prevodi ulaznu asemblersku datoteku u programske objekte pogodne za dalju obradu. Potom se izvodi jednostruka dodela resursa. Na osnovu grafa toka podataka, algoritam paralelizacije razdvaja instrukcije na različita jezgra. Posle algoritma paralelizacije se dodeljuju registri algoritmom linearne dodele da bi na kraju programa dobili raspodeljen asemblerski kod na svakom jezgru. Na primeru množenja matrica puštenog kroz paralelizator asemblerskog koda, dobijeno je veliko ubrzanje koda, koje raste sa povećanjem broja jezgara. Ubrzanje za 2 jezgra iznosi 1.99, dok za 16 jezgara iznosi čak 13.88.

1. UVOD

Pojava višeprocorskih sistema pružila je nove mogućnosti za povećanje brzine izvršavanja programa. Paralelizacije postojećih sekvencijalnih programa i generisanje novih, paralelnih, postale su značajne oblasti istraživanja. Cilj ovog rada je razviti paralelizator asemblerskog koda i videti kako paralelizacija doprinosi brzini izvršavanja samog programa.

Pored velikog izbora programskih jezika, danas postoji i znatni izbor u njihovoj nadogradnji u vidu biblioteka (MPI, OpenMP, OpenCL i druge) koje programerima omogućavaju da razvijaju aplikacije koje se izvršavaju istovremeno na više procesora ili jezgara jednog višeprocorskog računara.

Informacione tehnologije otišle su korak dalje, odvajajući se od fizičke podrške u više slojeve apstrakcije računarskih sistema. Tu se prvenstveno misli na jezike i tehnologije sa automatski kontrolisanom dodelom memorije (Microsoft C# sa .Net, Java, itd.). Razvojem pametnih telefona, elektronskih beležnica (eng. *tablet*), pametnih televizora i njihovom sve većom popularnošću, ponovo se u upotrebu vraćaju niži jezici (Assembler i C). Sve većom upotrebom C/C++ programskih jezika, čemu doprinosi i novi C++11 standard, javljaju se i potrebe za asemblerskim programskim jezikom za obrade kojima je potrebna brzina u realnom vremenu (eng. *real time*).

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Đorđa Kovačevića. Mentor je bio prof. dr Miroslav Popović.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Banja Vrućca, juni 2011.

RISC (eng. *reduces instruction set computing*) procesori, koji se najviše koriste u telefonima i sličnim ugrađenim (eng. *embedded*) uređajima počinju da prate CISC (eng. *complex instruction set computing*) procesore. Podstaknut sve većom popularnošću RISC procesora ovaj rad, oslanjajući se na postojeće algoritme, realizuje analizator izvornog koda koji automatski prevodi zadati kod koji radi na jednom jezgru u kod koji radi na procesoru sa zadatim brojem jezgara.

Tehnike korišćene u radu su preuzete iz projektovanja programskog prevodioca. Tehnike su prilagođene konkretnom problemu i to su: jednostruka dodela resursa [5] (eng. *static single assignment* u daljem tekstu SSA međukod) koja predstavlja međureprezentaciju podataka prilikom prevođenja programa i dodela registara algoritmom linearnog pretraživanja kao faza posle algoritma paralelizacije [1].

U odeljku 2 opisana je arhitektura paralelizatora i dat je dijagram aktivnosti i dijagram klasa. Paralelizator asemblerskog koda podeljen je na tri dela: prednji, srednji i zadnji deo. Prednji deo paralelizatora, opisan u odeljku 3, predstavlja analizator sintakse asemblerskog koda (eng. *parser*) sa transformacijom u SSA međukod. U odeljku 4 opisan je srednji deo paralelizatora koji sadrži graf toka podataka i algoritam paralelizacije. U odeljku 5 predstavljen je zadnji deo paralelizatora, koji služi za dodelu registara nad obrađenim asemblerskim kodom, kao i emiter koda. Odeljak 6 se odnosi na ispitivanje programa, dok je u poslednjem odeljku dat zaključak.

2. ARHITEKTURA PARALELIZATORA

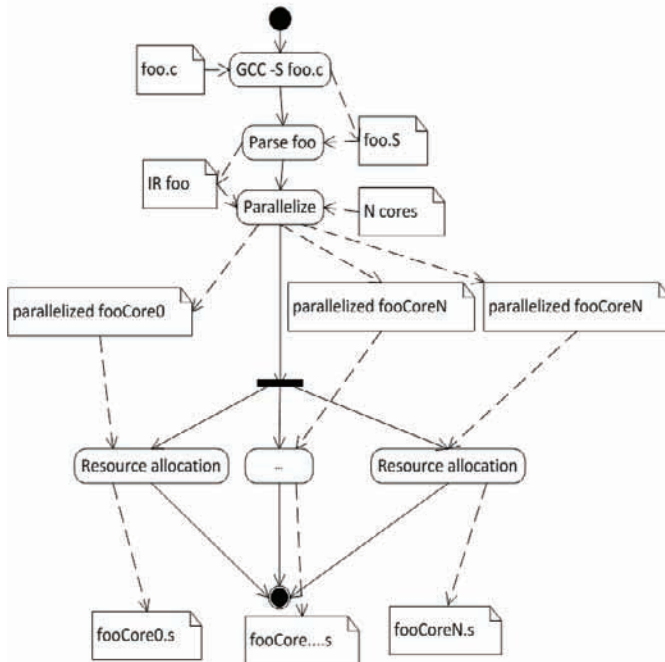
Svrha paralelizatora je da na ulazu čita sekvencijalni asemblerski kod, kod koji je samo za jedno jezgro, a na izlazu isporučuje paralelizovan kod za MIPS procesor sa više jezgara. Na slici 1 je prikazan dijagram aktivnosti paralelizatora, koji ilustruje sledeći redosled aktivnosti:

1. Asemblerski kod je dobijen propuštanjem C programskog koda kroz GCC prevodilac. Uključivanjem opcije -S u GCC prevodiocu na izlazu se umesto mašinskog koda dobija asemblerski kod.

2. Analizator sintakse prevodi ulaznu asemblersku datoteku u programske objekte pogodne za dalju obradu. Objekti oponašaju uobičajeni međukod programskog prevodioca. Objekat u sebi sadrži pokazivače na registre sa kojima je u vezi. Registri su predstavljeni kao promenljive zbog prilagođenja SSA međukodu.

3. Za razliku od originalnog izvornog koda gde se obično svaka promenljiva ponovo definiše više puta, u SSA međukodu svaka promenljiva se definiše tačno jednom, a može se koristiti više puta. Realizacijom SSA međukoda dobija se lista upotreba i definicija promenljivih, koja se koristi za dobijanje međukoda sa kojim je kasnije lakše rukovati.

4. Graf toka podataka se izvodi nad svim instrukcijama asemblerskog koda, gde svaka instrukcija ima listu instrukcija od kojih zavisi.



Slika 1. UML dijagram aktivnosti paralelizatora

5. Na osnovu grafa toka podataka, algoritam paralelizacije razdvaja instrukcije na različita jezgra. Nakon algoritma paralelizacije, može se desiti da se životni vek neke promenljive prekine, odnosno promenljiva nastavlja da živi na nekom drugom jezgru. U tom slučaju potrebno je dodati sinhronizacione instrukcije (lw/sw instrukcije) na jezgra.

6. Klasični prevodioci koriste algoritam dodele registara pomoću matematičke teorije bojenja grafova. Najveća mana ove metode je da je potrebno mnogo procesorske moći da bi se izvršila. Zbog svoje brzine, koja je do 70 puta veća od bojenja grafova [1], koristi se linearna dodela registara. Kada se izvodi linearna dodela registara posle SSA međukoda, potrebno je odraditi analizu životnog veka. Ova analiza se postiže samo jednim prolazom kroz listu instrukcija, pri čemu je dovoljna informacija o položaju promenljive u SSA međukodu.

Dodela registara je prikazana u tabeli 1.

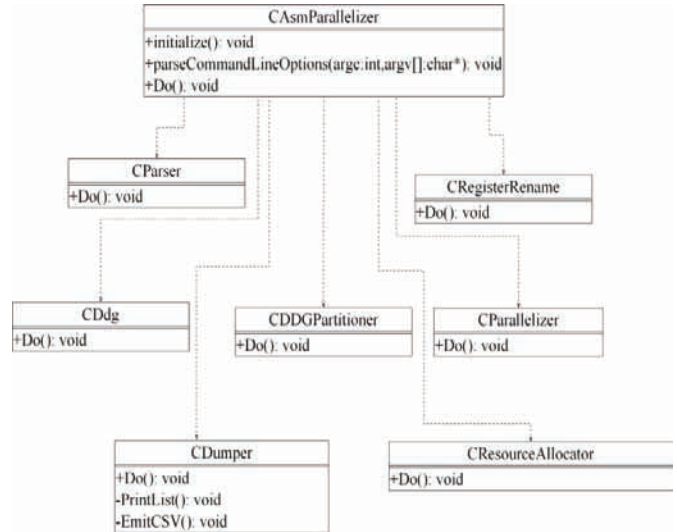
Tabela 1. Tok dodeljivanja registara, od izvornog programa do registara hipotetičkog procesora

	1	2	3	4
Izvorni kod	X=2	Y=3	X=X+Y	X= X +5
SSA	X.0 = 2	Y.0 = 3	X.1 = X.0 + Y.0	X.2 = X.1 + 5
Žive promenljive	Rs1	Rs1, Rs2	Rs1, Rs2, Rs3	Rs3, Rs4
Dodeljeni registar	R1	R1, R2	R1, R2, R3	R1, R3

Na slici 2 su predstavljeni moduli paralelizatora: analizador asemblerskog koda (CParser), SSA međukod (CRegisterRename), graf toka podataka (CDdg), METIS biblioteka za podelu grafa toka podataka na željeni broj celina (CDDGPartitioner), sinhronizacija podataka preko

zajedničke memorije (CParallelizer), dodela registara (CResourceAllocator) i emiter koda (CDumper).

Ceo program je realizovan tako što se u okviru *main* funkcije poziva metoda *Do()* klase *CAsmParallelizer*. U metodi *Do()* se pozivaju metode *Do()* preostalih klasa koje realizuju već navedene module paralelizatora.



Slika 2. UML dijagram klasa paralelizatora

3. PREDNJI DEO PARALELIZATORA

Prednji deo paralelizatora se sastoji od analizatora sintakse asemblerskog koda sa transformacijom u SSA međukod. Analizador sintakse je realizovan podelom niza znakova na simbole (*eng. token*) i switch-case konstrukcije i podeljen je na dva nivoa:

1. Prvi deo izvlači liniju po liniju iz asemblerskog koda, zanemarujući linije koje nisu od interesa za dalju obradu.

2. Drugi deo tekstualnu liniju deli na simbole koji su od interesa za dalju obradu.

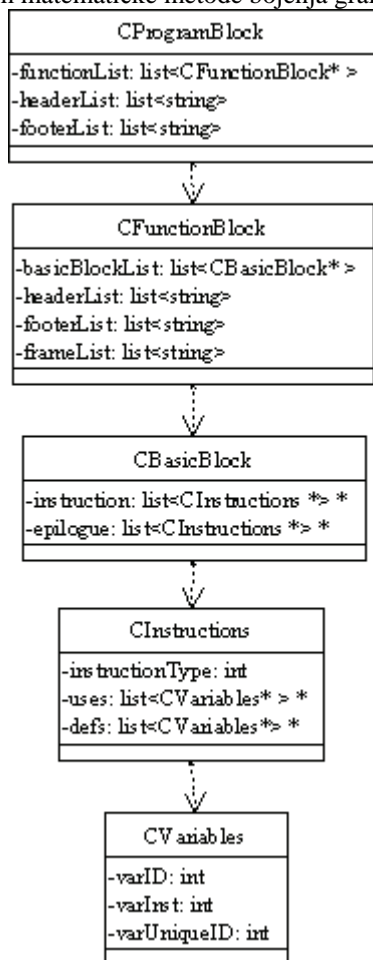
Na primer, analizador sintakse "ADD \$t1,\$t2,\$t3" liniju, prebacuje u 4 simbola: "ADD" – tip instrukcije, "\$t1" – određeni registar, "\$t2" – izvorni registar i "\$t3" – izvorni registar.

Ulaz u switch-case konstrukciju je tip instrukcije. Struktura prepoznaje tip instrukcije i podešava listu upotreba i definicija promenljivih.

Analizador sintakse izvlači liniju po liniju iz asemblerskog koda i tako deli ceo asemblerski kod na: program, funkcije i osnovne blokove (*eng. basic block*). Svi podaci su spregnuti pokazivačima. Polazni asemblerski program je predstavljen listom objekata *CFunctionBlock*, pri čemu svaki element liste sadrži podatke o jednoj funkciji iz polaznog programa. Funkcija počinje direktivom *.align*, a završava se direktivom *.size*. Funkcija sadrži podatke o osnovnim blokovima odnosno listu objekata tipa *CBasicBlock*, a osnovni blok sadrži podatke o instrukcijama, tačnije listu objekata tipa *CInstruction*. Svaka instrukcija sadrži dve liste i tip instrukcije. Liste koje sadrži su lista upotreba (*eng. uses list*) i lista definicija (*eng. defs list*), koje se koriste u određivanju liste upotreba i definicija promenljivih.

Na slici 3 prikazana je struktura podataka analizatora sintakse asemblerskog koda.

SSA međukod je deo analizatora sintakse, ali kao važna tehnika zahteva da bude posebno predstavljen. U SSA međukodu svaka promenljiva se definiše tačno jednom, a može se koristiti više puta. Postojanje takvih promenljivih predstavlja uvod za lakše primenjivanje optimizacionih tehnika u toku prevođenja programa. Postoje radovi koji pokazuju da dodela registara algoritmom linearnog pretraživanja na SSA međukodu daje iste ili čak bolje rezultate u odnosu na klasičnu dodelu registara putem matematičke metode bojenja grafova [1].



Slika 3. Struktura podataka analizatora sintakse asemblerskog koda

Na primeru iz tabele 2, promenljiva X na osnovu SSA analize se preimenuje u X.1, jer se obavlja ponovno definisanje. U primeru se vidi da X.2 ne uzima vrednost X.0, nego X.1 pošto je X ponovo definisan.

4. SREDNJI DEO PARALELIZATORA

Srednji deo paralelizatora sastoji se od sledećih modula: grafa toka podataka, METIS biblioteke za podelu grafa toka podataka na željeni broj celina i modula za sinhronizaciju podataka preko zajedničke memorije.

Apstrakcijom programa kao grafa veoma se dobro obuhvataju strukture zavisnosti koje postoje u programu. Graf toka podataka se izvodi nad svim instrukcijama asemblerskog koda. U ovom radu čvorovi grafa predstavljaju instrukcije, a grane grafa spajaju međusobno zavisne instrukcije. Grane grafa predstavljaju promenljive. Svaka instrukcija ima listu instrukcija od kojih zavisi. Da bi se odredila zavisnost između instrukcija, za svaku instrukciju se posmatraju njene promenljive. Dve

instrukcije su zavisne ako se jedna te ista promenljiva pojavljuje i u jednoj i u drugoj instrukciji.

Na osnovu grafa toka podataka, algoritam paralelizacije razdvaja instrukcije na različita jezgra. U okviru METIS-a korišćen je algoritam nazvan višefazni algoritam za podelu grafova na k – particija (*eng. multilevel k – way partitioning algorithm*) [4]. Algoritam deli graf toka podataka na željeni broj particija, obezbeđujući približno jednako opterećenje po jezgrima procesora. Algoritam pokušava da pronađe što manji broj veza između particija na koje seče graf.

Nakon što su instrukcije raspodeljene po jezgrima, tamo gde je potrebno, dodaju se sinhronizacione instrukcije (lw/sw instrukcije). Ako postoji neka promenljiva u instrukciji koja se koristi u jednom jezgru, a nigde nije definisana u tom jezgru, potrebno je dodati sinhronizacione instrukcije na jezgra. Instrukciju sw dodati na ono jezgro gde je promenljiva definisana, a instrukciju lw dodati na jezgro gde se promenljiva koristi. Konkretno sw se dodaje nakon što je promenljiva definisana u nekom jezgru, a lw se dodaje pre korišćenja promenljive u jezgru.

5. ZADNJI DEO PARALELIZATORA

Zadnji deo paralelizatora obavlja dodelu registara. Pod dodelom registara podrazumeva se dodeljivanje fizičkih lokacija, registara i memorije, logičkim podacima, u ovom slučaju podacima predstavljenim u SSA međukodu.

Model SSA međukoda u slučaju analizatora sintakse uzima u obzir jedan izuzetak. Taj izuzetak su registri koji ne smeju da se menjaju. Menjanje bilo kojeg od tih registara ima za posledicu nedefinisano izvršenje programa.

Registri koji ne smeju da se menjaju su: nula registar (\$0), registar koji koristi assembler za prebacivanje iz pseudoinstrukcija u fizičke instrukcije (\$at), registri rezervisani za jezgro (\$k0,\$k1), globalni pokazivač (\$gp), pokazivač na stek (\$sp), pokazivač na okvir (\$fp), registar povratne adrese (\$ra), registri za povratak parametara iz funkcije (\$v0,\$v1) i registri za prenos parametara u funkciju (\$a0,\$a1,\$a2,\$a3) [3].

Ostali registri se nalaze u skupu registara za dodelu. Tip ovog skupa je STL skup (*set*). Skupom je postignuto da se očuva jedinstvenost registara. Kao takvi, slobodni su za korišćenje u dodeli.

Kada se zauzme registar, on se uzima iz skupa slobodnih registara i prebacuje se u skup zauzetih registara. Kada dođe do kraja životnog veka registra, registar se vraća u skup slobodnih registara.

6. ISPITIVANJE

Ispitivanje je rađeno na primeru množenja matrica. Na tom primeru je posmatrana promena ubrzanja koda sa povećanjem broja jezgara. Ubrzanje je definisano kao odnos: T_s / T_p , gde je T_s vreme izvršavanja sekvencijalnog programa, dok je T_p vreme izvršavanja paralelnog programa. Pretpostavka je da sve instrukcije imaju jednako vreme izvršenja. T_s je u stvari ukupan broj instrukcija sekvencijalnog asemblerskog koda, dok je T_p najveći broj raspoređenih instrukcija po jezgru.

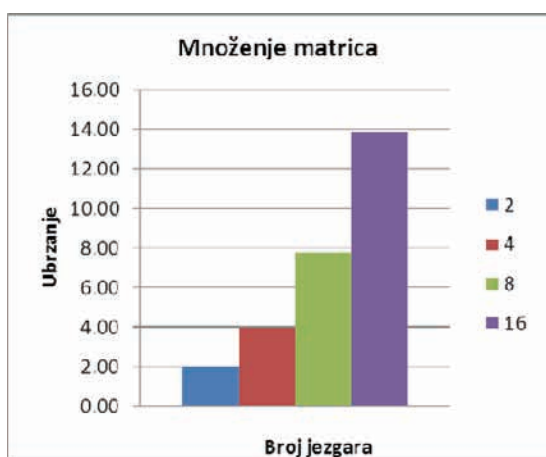
Iz tabele 2 može se videti da ubrzanje koda na primeru množenja matrica raste, kako se povećava broj jezgara. Sa samo dva jezgra, dobija se dvostruko veće ubrzanje u

odnosu na sekvencijalni kod. Sa 16 jezgara ubrzanje je skoro 14 puta.

Broj jezgara	Ubrzanje koda na primeru množenja matrica
2	1.99448
4	3.94536
8	7.76344
16	13.8846

Tabela 2. Rezultati eksperimentalnog merenja ubrzanja koda

Na slici 4 su grafički prikazani rezultati merenja ubrzanja koda u zavisnosti od broja jezgara.



Slika 4. Rezultati ubrzanja koda u zavisnosti od broja jezgara na primeru množenja matrica

7. ZAKLJUČAK

Paralelizator asemblerskog koda se pokazao kao tema koja ima veoma široku primenu. Imati program koji može ulazni sekvencijalni kod da pretvori u asemblerski kod prilagođen radu na više jezgara čini se kao ideal. Ovaj rad realizuje paralelizaciju isključivo sekvencijalnog koda i predstavlja prvi korak ka tom ambicioznom cilju.

Analizom rezultata ispitivanja može se zaključiti da su rezultati zadovoljavajući. Postignuto je veliko ubrzanje koda, sa povećanjem broja jezgara. Ubrzanje za 2 jezgra iznosi 1.99, dok za 16 jezgara iznosi 13.88.

Kao deo analizatora sintakse realizovano je prebacivanje u SSA međukod, čime je dobijena jednostavnija obrada podataka, tj. jednostavnije određivanje zavisnosti između registara (promenljivih u SSA međukodu).

METIS algoritam se pokazao kao dobar algoritam u podeli grafa toka podataka na željeni broj particija. Omogućio je veliku brzinu i veoma kvalitetno particionisanje, što je i karakteristika algoritma

Izbor linearne dodele registara u ovom radu je ispunio svoju svrhu. Relativno jednostavan algoritam koji ne troši puno resursa za dodelu. Po efikasnosti dodeljivanja ne zaostaje za klasičnim algoritmom dodele registara, što je pokazano u radu [2].

Prema trenutnom gledištu potrebno je uraditi analizu preklapanja memorijskih referenci (*eng. memory aliasing*) da bi se raščlanile tačke pisanja i čitanja iz memorije kako bi se izbegao rizik trke do podataka.

Pored preklapanja memorijskih referenci, jedan od pravaca daljeg razvoja je uvođenje analize zasnovane na grafu toka upravljanja i određivanje zavisnosti između osnovnih blokova.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat TR-32031, od 2011. godine.

LITERATURA

U radu je korišćena sledeća literatura:

- [1] Christian Wimmer Michael Franz, "Linear Scan Register Allocation on SSA Form", Department of Computer Science University of California, Irvine
- [2] "Linear Scan Register Allocation", Laboratory for Computer Science, MIT and VIVEK SARKAR, IBM Thomas J. Watson Research Center
- [3] Dominic Sweetman, "See MIPS run second edition", Morgan Kaufman, 2007
- [4] George Karypis and Vipin Kumar, "Multilevel k-way hypergraph partitioning", Department of Computer Science and Engineering, Army HPC Research Center, University of Minnesota, Minneapolis, MN 55455
- [5] Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Seth, Jeffrey D. Ullman, "Compilers, Principles, Techniques & Tools", second edition, Pearson Education, Inc, 2007

Abstract – With the appearance of multicore processors, there is a need for automatic parallelization of program code. Relying on existing algorithms, this paper describes one new software solution tool for parallelization of the assembly code. The main goal is to make parallelizer which at the input of the system reads sequential assembler code and at the output provides parallelized code for MIPS processor with multiple cores. The idea is in the following: the parser translates assembler input file to program objects suitable for further processing. After that the static single assignment is done. Based on the data flow graph, the parallelization algorithm separates instructions on different cores. After the parallelization algorithm, registers are allocated with algorithm of linear allocation, and the result at the end of the program is distributed assembler code on each of the cores. On the matrix multiplication example, processed by the parallelizer of assembly code, the result is large speed up of code, which increases with increasing number of cores. The speed up on the two cores is 1.99, while on 16 cores the speed up is 13.88.

ONE SOLUTION OF AUTOMATIC PARALLELIZATION OF SEQUENTIAL ASSEMBLY CODE FOR MIPS PROCESSOR WITH MULTIPLE CORES

Dorđe Kovačević, Mladen Stanojević, Vladimir Marinković, Miroslav Popović

DISTRIBUIRANI SISTEM ZA KONTINUIRANU INTEGRACIJU SOFTVERA
DISTRIBUTED SYSTEM FOR CONTINUOUS INTEGRATIONS OF SOFTWAREBojan Ristić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su izloženi osnovni teoretski principi kontinuirane integracije softvera. Kao jedna implementacija ovih principa dokumentovan je distribuirani sistem za efikasnu integraciju softverskih rešenja velike kompleksnosti.

Abstract – The paper presents the basic theoretical principles of continuous integration of software. As one implementation of these principles it is given description of a distributed system for implementation of activities that enable the efficient integration of software solutions with high complexity.

Glavne reči: Integracija softvera, distribuirani sistemi, konkurentni programi, JSON, baze podataka orjentisane radu sa dokumentima.

1. UVOD

Aktivnosti vezane za upravljanje razvojem kompleksnih softverskih alata su sve važnije i zahtevnije, a saradnja među inženjerima koji učestvuju u razvoju je sve bitnija. Da bi se takva saradnja olakšala, definisan je niz standarda kojima se uređuje interakcija među njima, a sve u cilju postizanja efikasnog, kvalitetnog i brzog razvoja programskog rešenja, definisanog korisničkim zahtevima. Jedan od načina da se ovaj cilj ispuni jeste primena sistema za kontinuiranu integraciju, *CI (Continuous Integration)* [1].

Tokom razvoja informacionih sistema sa visokim stepenom kompleksnosti, potrebno je obezbediti efikasnu i automatsku integraciju softvera u jedinstvenu celinu, a naročito u fazama kodiranja i testiranja. Većina razvojnih timova, tokom implementacije sistema, rukovodi se sledećim pravilima:

- koriste centralni repozitorijum kao središnje mesto na kome se skladišti celokupan programski kod koje nastaje tokom razvoja,
- sprovode *build* programskog koda,
- vrše permanentna testiranja,
- pišu ili automatski generišu dokumentaciju,
- kreiraju instalacije i
- skladište instalacije na mrežne lokacije.

Međutim, za efikasan razvoj ovo nije dovoljno. Naime, neophodno je sprovoditi svaku od ovih aktivnosti permanentno u sintezi sa svim ostalim. Ukoliko se ovaj postupak primenjuje u kontinuitetu od početka do samog kraja razvojnog ciklusa, efikasnost je znatno veća.

NAPOMENA:

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

Potencijalni problem može da nastane ukoliko se neka od pomenutih aktivnosti ne primenjuje ili se primenjuje u manjoj meri, tj. ukoliko se ne primenjuje u celosti.

Konkretna implementacija navedenih aktivnosti je prisutna u softverskim rešenjima kao što su *Apache Continuum*, *Bamboo*, *Cascade*, *Hudson* i *Jenkins*. Međutim, ni jedna od navedenih implementacija ne poseduje svojstvo opštosti zadataka koji treba da se izvrše, odnosno, pomoću njih je moguće izvršavati samo unapred definisane zadatke podešavanjem odgovarajućih parametara. Iz toga razloga, u okviru ovog Master rada implementiran je *CI* sistem koji omogućava da se izvrši zadatak bilo kog tipa: preuzimanje programskog koda sa repozitorijuma, pokretanje *build*-a, pozivanje namenskih skripti (za kreiranje instalacija, pokretanje automatskog testiranja, generisanje dokumentacije...), premeštanje datoteka sa izvorne na određenu lokaciju itd. Dakle, pomoću implementiranog *CI* sistema, moguće je izvršiti bilo koji zadatak koji bi se mogao pokrenuti ukoliko bi se *command prompt*-u prosledila odgovarajuća komanda na interpretiranje.

2. OPIS REALIZACIJE SISTEMA**2.1 Model podataka**

Zadatak (*task*) predstavlja deo posla, jednu logički zaokruženu celinu koja može biti izvršena i koja proizvodi očekivani efekat. U zavisnosti od definisanog tipa, zadatak može da zahteva određeni broj ulaznih parametara koji su neophodni za njegovo izvršavanje. Po završetku zadatka, nastaje poruka o uspešnosti izvršavanja zadatka i eventualno rezultatna vrednost. Zadatak predstavlja osnovni gradivni blok za građenje složenog posla (*job*).

Posao (*job*) se sastoji od skupa zadataka, tako da konačan efekat svih izvršenih zadataka koje sadrži, predstavlja jedan obavljen posao. Zadataci u okviru posla mogu da se izvršavaju u konkurentnom režimu pod uslovom da nema međuzavisnosti između zadataka. Ako zadatak 2 zavisi od izvršavanja zadatka 1, zadatak 2 neće moći da se pokrene dok se zadatak 1 ne završi uspešno do kraja. Ako neki zadatak zavisi od uspešnog izvršavanja više zadataka, početak njegovog izvršavanja uslovljen je uspešnim završetkom svih zadataka od kojih on zavisi. Ideja kreiranja složenog posla kompozicijom više zadataka zasniva se na obezbeđivanju skupa zadataka, takvog da se, odabirom odgovarajućeg podskupa zadataka i njihovom kompozicijom u posao, može obaviti bilo koji složeni posao.

Veoma bitna karakteristika zadataka, a i poslova koji nastaju objedinjavanjem zadataka u jedinstvenu logičku celinu, jesu njihovi zahtevi za radnom ili masovnom memorijom. S obzirom da i jedni i drugi sadrže osnovne konfiguracione parametre i da se u trenutku kada budu izvršeni u njima sačuvaju i rezultati izvršavanja u vidu logova, njihova veličina se povećava i može da iznosi i do nekoliko desetina megabajta, naročito kada su u pitanju poslovi koji sadrže više kompleksnih zadataka. Za svaki od zadataka evidentira se rezultat izvršavanja, kao i za ceo posao na osnovu uspešnosti svakog od zadataka. Iz ovog razloga, neophodno je obezbediti mehanizam za efikasno rukovanje ovakvim dokumentima i to u višekorisničkom režimu rada. Ono što je takođe problematično, jeste kako ovakve dokumente pretraživati po jednom ili više kriterijuma.

Prilikom rada sa poslovima i zadacima koji poseduju svojstva i osobine opisane u predhodnim pasusima, oni su reprezentovani kao objekti odgovarajućih klasa. Za potrebe trajnog čuvanja oni se konvertuju u *JSON (JavaScript Object Notation)* [7] dokumente i skladište se u bazi podataka, namenski razvijenoj, a koja je orjentisana ka radu sa dokumentima. Takođe, pri učitavanju iz baze, vrši se njihova transformacija iz *JSON* dokumenata u objekte.

Za modelovanje su korišćene klase, čiji objekti reprezentuju poslove, odnosno zadatke. Klase, koje predstavljaju poslove i zadatke, sadrže sve potrebne inicijalne podatke. U trenutku pokretanja posla ili zadatka nastaju objekti, tj. instance pokretanja određenog posla ili zadatka. Objekti, koji predstavljaju konfiguracije posla ili zadatka, mogu da imaju više instanci pokretanja ili da nemaju ni jednu. U trenutku pokretanja posla, ili nekog od njegovih zadataka, svi podaci iz objekta koji predstavlja konfiguraciju prekopiraju se u objekat koji predstavlja to izvršavanje, a ostalim atributima, koje to izvršavanje poseduje, bivaju dodeljene vrednosti tokom izvršavanja (npr. vreme završetka, status izvršavanja itd.).

Tokom modelovanja je bilo potrebno rešiti problem taskova, koji su međusobno zavisni, odnosno bilo je potrebno obezbediti da se zadaci, čije izvršavanje zavisi od uspešnosti izvršavanja drugih zadataka, prevedu u stanje čekanja, odnosno u stanje izvršavanja. Ukoliko postoji zadatak, čije izvršavanje zavisi od nekog drugog zadatka, on se ne pokreće sve do trenutka dok zadatak, od koga on zavisi, ne bude uspešno priveden kraju.

Problem zavisnosti zadataka je rešen tako što je u klasu, koja modeluje zadatak, uvedena lista zavisnosti u kojoj se nalaze identifikatori zadataka od kojih neki zadatak zavisi. Ova lista se u toku izvršavanja posla ažurira i to u onim trenucima kad god neki od zadataka biva u potpunosti završen. U tom trenutku se iz liste zavisnosti zadatka, koji od njega zavisi, obriše njegov identifikator koji je inicijalno tu ubačen.

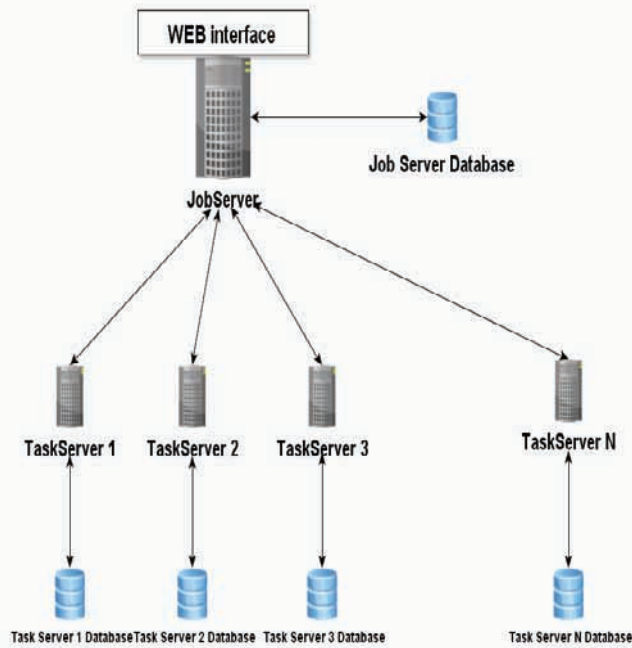
2.1 Arhitektura sistema

Na slici 2. 1. prikazana je arhitektura CI sistema koji je implementiran kao troslojna aplikacija:

1. sloj – *GUI* korisnička aplikacija koja omogućava interakciju korisnika sa serverom poslova,

2. sloj – server poslova (*Job Server*) koji obavlja analizu poslova i vrši njihovu distribuciju, tj. Upravlja izvršavanjem poslova i

3. sloj – n servera zadataka (*Task Server*) koji izvršavaju zadatke koje im dostavi server poslova.



Slika 2.1. – Arhitektura sistema za kontinuiranu integraciju softvera

Svaki od slojeva je realizovan kao *web* aplikacija kojoj se pristupa na definisanim *URL (Uniform Resource Locator)* adresama. Bitna karakteristika komunikacije među slojevima jeste da je ona neovisna od vrste *web* servera na kome je implementirana logika sloja. Na osnovu ove karakteristike moguće je slojeve realizovati i menjati im detalje izvedbe, a da se to ne odražava na ostatak sistema, jer svaki sloj funkcioniše po tačno specificiranim funkcionalnostima koje su dostupne na eksplicitno utvrđenim *URL* adresama. Iz praktičnih razloga svaki sloj je realizovan upotrebom *Tornado web* servera [6].

Na početku razvoja sistema za integraciju softvera kao *web* server korišten je *CherryPy* [4], a zatim je on zamenjen sa *Tornado web* serverom. Razlog za to je bio što se *CherryPy* pokazao kao loš u radu sa velikim brojem konekcija, tako da je često dolazilo do otkazivanja nekog od servera.

Za implementaciju funkcionalnosti na svakom od *web* servera, odnosno za implementaciju poslovne logike svakog od slojeva, korišten je programski jezik *Python* [2]. Glavni razlozi za njegovu upotrebu su brzina razvoja, čitkost koda i lakoća održavanja.

Savremene tendencije razvoja softvera nalažu upotrebu nekog od razvojnih okruženja zbog bržeg razvoja, automatskog otkrivanja sintaksnih, lakšeg pronalaženja semantičkih grešaka i njihovog otklanjanja. Zbog navedenih razloga, programsko rešenje sistema za integraciju softvera razvijeno je u okviru *Eclipse* platforme [3] sa dodatkom za programski jezik *Python*, tj. korišćen je *PyDev* dodatak verzije 2.2.3. [5].

2.2 GUI server

Uloga *GUI* sloja jeste da omogući korisniku interakciju sa serverom poslova (*Job Server*) putem odgovarajućih *HTML* stranica i formi za rad sa podacima. Dodatna uloga ovog sloja je da se rastereti server poslova pripremanja stranica za prikaz na klijentskoj strani.

Ovaj sloj je realizovan kao *web* server i to primenom *WSGI (Web Server Gateway Interface)* servera *Tornado*. Stranicama *GUI* servera se pristupa preko unapred definisanih *URL* adresa. Svaka od *URL* adresa se mapira na jednu klasu koja ima *GET* i *POST* metodu u okviru kojih je implementirana logika određene funkcionalnosti. Razvoj korisničkog interfejsa, odnosno *HTML* stranica potrebnih za svaku pojedinačnu funkcionalnost, je zasnovan na *ExtJS framework*-u [8]. Ovaj framework omogućava da se rukovanje formama za rad sa podacima prepusti specijalizovanim funkcijama. Dovoljno je definisati sa kakvim podacima radi svaka od formi i na kojim adresama su dostupne funkcionalnosti za svaku od *CRUD (create, read, update, delete)* operacija. Naime, svaka forma se vezuje za skladište podataka (*store*), koje pomoću odgovarajućeg adaptera (*proxy*) dobavlja podatke definisane modelom (*model*) od *GUI* servera u obliku *JSON* dokumenata. Upotrebom ovog *framework*-a razvoj korisničkog interfejsa je znatno ubrzan.

2.3 Server poslova

Server poslova je realizovan kao *web* server. U tu svrhu je, takođe, korišćen *WSGI (Web Server Gateway Interface)* server *Tornado*, jer se on pokazao kao veoma stabilan i brz u radu sa velikim brojem zahteva. To je naročito važno za ovaj deo sistema, jer on trpi najveće opterećenje, pošto omogućava realizaciju korisničkih akcija, vezanih za održavanje postojećih i kreiranje novih poslova, sa njima pripadajućim zadacima, kao i za koordiniranje izvršavanjima poslova.

Svaka od funkcionalnosti ovog servera je realizovana tako da bude dostupna na nekoj od unapred definisanih *URL* adresa koje se mapiraju na jednu klasu u okviru čijih *GET* i *POST* metoda je implementirana logika određene funkcionalnosti.

Server poslova predstavlja centralno mesto u distribuiranom sistemu za kontinuiranu integraciju softvera. On, sa jedne strane komunicira sa *GUI web* serverom, a sa druge strane komunicira sa task serverima: dodeljuje im zadatke na izvršavanje i proverava za svaki od njih u kojoj su fazi tokom izvršavanja. Znači, aktivnosti na serveru poslova možemo podeliti u dve grupe: jednu grupu predstavljaju aktivnosti vezane za održavanje postojećih i dodavanje novih poslova, a drugu grupu čine aktivnosti vezane za pokretanje zadataka na serverima zadataka i praćenje njihovog stanja.

Kada korisnik inicira pokretanje nekog od poslova, *GUI* server prosleđuje *ID* konfiguracije posla, čije izvršavanje treba da bude pokrenuto, serveru poslova. U trenutku kada server poslova primi zahtev za pokretanje određene konfiguracije posla, on na osnovu *ID* iz zahteva, preuzima iz baze podataka odgovarajuću konfiguraciju. Ukoliko je *JSON* dokument uspešno preuzet iz baze, on biva deserijalizovan u objekat klase *JobConfiguration* i od tog

momenta kreće sprovođenje neophodnih akcija da bi se posao pokrenuo. Kreira se instanca klase *JobExecution*, koja predstavlja jedno izvršavanje konfiguracije posla. Zatim se u instancu klase *JobExecution* prekopiraju svi atributi iz objekta, koji je dobijen deserijalizacijom iz *JSON* dokumenta za konfiguraciju. Potom se instanca klase *JobExecution* snimi u bazu podataka u okviru kolekcije gde se čuvaju izvršavanja poslova. Zatim se kreira nit (*thread*), jer to izvršavanje posla treba da se odvija u paraleli sa svim ostalim. Potom se u okviru niti za svaki zadatak određuje na koji server zadataka će on biti poslat na izvršavanje i svaki zadatak se šalje na odabrani server zadataka na izvršavanje. Pre pokretanja svakog zadatka se proverava da li on zavisi od nekog drugog zadatka. Ukoliko zavisi, čeka se završetak dotičnog zadatka.

Nakon pokretanja posla, periodično se proverava da li je svaki od zadataka završen. Da bi se ova provera mogla sprovesti, server zadatka, kome je zadatak dodeljen na izvršavanje, u odgovoru šalje *ID* pod kojim je zadatak snimljen u njegovu lokalnu bazu. Ovaj *ID* se koristi pri svakoj narednoj komunikaciji sa tim serverom zadataka. Ukoliko se ispostavi da je zadatak završen, ažuriraju se podaci vezani za taj zadatak (vreme završetka, uspešnost zadatka, izveštaj o obavljenom zadatku, tj. *LOG*). Provera da li su zadaci završeni se sprovode ciklično, sve dok svi zadaci ne budu završeni.

U slučaju da izvršavanje nekog od zadataka ne uspe, bez obzira da li ostali zadaci zavise od njega ili ne, svi ostali se suspenduju i u svakom od njih se u vidu izveštaja (*LOG*-a) to evidentira.

U trenutku kada svi zadaci budu završeni, zna se da li su svi uspešno završeni ili ne. Uskoliko jesu, onda se i posao smatra uspešnim i to se evidentira postavljanjem obeležja *STATUS* na „*successed*“ a u suprotnom na „*fail*“. Naravno, svako ažuriranje koje je obavljeno nad poslom (izveštaji u zadacima, vremena pokretanja i završavanja zadataka, uspešnosti zadataka itd) se čuva u bazi podataka u *JSON* dokumentu koji reprezentuje dotično izvršavanje. Kritična odluka pri pokretanju zadataka je izbor servera zadataka. Ova odluka utiče na performanse sistema i zato je veoma važno odgovarajući zadatak poslati na server koji je najpogodniji za izvršavanje dotičnog zadatka. Pri odlučivanju na koji server zadataka će biti poslat zadatak, server poslova uzima u obzir sledeće parametre: stepen složenosti zadatka, pod kakvim okruženjem treba zadatak da se izvršava, namenu svakog od servera zadataka i stepen opterećenja pojedinih servera zadataka.

2.4 Server zadataka

Server zadataka je realizovan kao *web* server. U tu svrhu je, takođe, korišćen *WSGI (Web Server Gateway Interface)* server *Tornado*. Uloga servera zadataka jeste da izvršava zadatke koje mu šalje server poslova. Tri su ključne funkcionalnosti koje ovaj server obezbeđuje: pokretanje izvršavanja zadatka, provera stanja u kojem se nalazi izvršavanje nekog od zadataka i provera stepena opterećenja servera zadataka.

Pokretanje izvršavanja zadatka, prosleđenog od strane servera poslova, obuhvata sledeće korake:

- preuzimanje podataka o zadatku, koji treba da se izvrši,
- kreiranje instance klase *TaskExecution* na osnovu preuzetih podataka,
- snimanje pristiglog zadatka u lokalnu bazu podataka; u ovom koraku se generiše ID pod kojim je zadatak snimljen,
- kreira se programska nit u okviru koje će se pokrenuti izvršavati zadatka i
- vrši se pokretanje programske niti, a time se pokreće i izvršavanje zadatka.

Kritičan korak u ovom postupku je kreiranje programske niti, jer se tada vrši provera da li je zadatak moguće pokrenuti, tj. da li je definisana komanda, koju zadatak treba da izvrši, korektna. Naime, može se desiti da ona nije korektno definisana ili da nedostaju neki od parametara neophodnih za njeno izvršavanje. U tom slučaju, zadatak se neće ni izvršiti, a server zadataka kao odgovor serveru poslova šalje informaciju o tome. U slučaju da je nit uspešno kreirana, nakon toga ona se i pokreće. Od tog trenutka izvršavanje zadatka je pod kontrolom niti. Kao odgovor serveru poslova se prosleđuje *ID* zadatka pod kojim je on snimljen u bazu, jer taj *ID* koristi server poslova pri proverama u kom stanju se nalazi zadatak tokom izvršavanja.

Ono što je važno jeste da se svaka nit čuva u listi *running_tasks* pod *ID*-om njenog zadatka. Uloga ove liste je da se, kada server poslova zatraži od servera zadatka proveru stanja nekog zadatka, pristupi odgovarajućoj niti. Aktivnost niti traje sve dok traje i izvršavanje zadatka. Kada ono bude završeno, ažuriraju se podaci u bazi za taj zadatak (vreme završetka, izveštaj o izvršavanju zadatka, informacija o uspešnosti itd.).

Konkretnu komandu, koja opisuje zadatak, korisnik unosi kao tekst. Za njeno izvršavanje je zadužena namenska skripta koji radi na istom principu kao *command prompt*. Ona analizira da li je moguće izvršavanje komande. U slučaju neke greške, ona vraća kod greške i njen opis. U slučaju da je moguće izvršavanje komande, ona vraća kod koji signalizira da je izvršavanje moguće, a rezultat izvršavanja u vidu izveštaja, vraća tek kada komanda bude izvršena u celosti. Ova skripta biva pozvana u okviru niti u kojoj se zadatak i pokrenut.

Server poslova periodično proverava stanje izvršavanja svakog od poslova i njihovih zadataka. Ukoliko se ispostavi da je zadatak završen, serveru poslova se vraća odgovor sa informacijom o tome i nit, u okviru koje se zadatak izvršavao, se završava. Ukoliko se utvrdi da zadatak još nije završen, serveru poslova se u odgovoru saopštava da on nije još završen. On će proveru ponavljati dok zadatak ne bude priveden kraju.

Važna informacija, koja serveru poslova omogućava da odluči na koji server zadataka će poslati zadatak na izvršavanje, je broj elemenata u listi *running_tasks*. Što je broj elemenata veći, server zadataka je više opterećen, jer izvršava više niti i manja je verovatnoća da će njemu biti dodeljeno neki novi zadatak na izvršavanje.

3. ZAKLJUČAK

U okviru ovog Master rada realizovan je namenski sistem za kontinuiranu integraciju softvera, koji omogućava

definisanje i izmenu poslova, njihovo pokretanje i izvršavanje. Sistem poseduje distribuiranu arhitekturu, čiji su sastavni delovi *web* serveri koji se nalaze locirani u okviru lokalne računarske mreže. Sistem je realizovan kao troslojna klijent – server aplikacija (sloj za interakciju sa korisnikom, sloj za analizu korisničkih zahteva i njihovu distribuciju i sloj za izvršavanje zadataka).

Komunikacija među serverima se zasniva na razmeni *JSON* dokumenata preko *HTTP* protokola. Sistem omogućava da se zadaci, koji su gradivni deo poslova, izvršavaju na nekoj od izvršnih jedinica, čime se omogućuje obrada velikog broja zahteva u realnom vremenu. Svaki zadatak poseduje svojstvo opštosti i kao takav može da predstavljaju bilo koju aktivnosti koja treba da bude izvršena na nekom od namenskih servera zadataka.

Prednosti realizovanog sistema su distribuirana arhitektura koja obezbeđuje veliku propusnost i to što svaki server koristi namenski razvijenu bazu podataka, orjentisana ka radu sa dokumentima, koja poseduje *key dir* strukturu podataka i tako omogućava brze pretrage i indeksiranja, bez obzira na veličinu i broj dokumenata. Mane sistema je veliki *overhead* u komunikaciji između servera poslova i servera zadataka.

Pravci daljeg razvoja ovog sistema su: automatsko detektovanje novih servera zadataka u sistemu, implementiranje funkcionalnosti koja će obezbediti predikciju rezultata izvršavanja poslova na osnovu istorije predhodnih izvršavanja, uvođenje podsistema za autentifikaciju i autorizaciju, obezbeđivanje da se određena podešavanja rada servera učitavaju iz konfiguracionih datoteka.

4. LITERATURA

- [1] <http://www.martinfowler.com/articles/originalContinuousIntegration.html>
- [2] <http://www.python.org/about/>
- [3] <http://www.eclipse.org/>
- [4] <http://www.cherrypy.org/>
- [5] <http://pydev.org/>
- [6] <http://www.tornadoweb.org/>
- [7] <http://www.json.org/>
- [8] <http://www.sencha.com/products/extjs/>

Kratka biografija:



Bojan Ristić je rođen 1984. godine u Tuzli. Master rad iz oblasti Elektro-tehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2012.god.



REFAKTORIZACIJA APLIKACIONIH SERVISA DMS SOFTVERA RADI
UNIFORMNOG RUKOVANJA PARALELNIM AKTIVNOSTIMA
PARALLEL ACTIVITY MANAGEMENT UNIFICATION BY REFACTORING OF DMS
SOFTWARE APPLICATION SERVICES

Živan Nešković, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je implementacija softverskog rešenja koje obezbeđuje pouzdano i kontrolisano izvršavanje paralelnih aktivnosti u okviru aplikacionih servisa jednog softverskog sistema. Opisan je i način refaktorizacije koda aplikacionih servisa u cilju primene implementiranog rešenja. Poseban akcenat je stavljen na rešavanje problema nastalih prilikom izvršavanja paralelnih aktivnosti u modulima aplikacionih servisa zaduženih za obradu i slanje podataka.

Abstract – This paper describes the implementation of a software solution that provides reliable and controlled execution of parallel activities in the service of an application software system. It also describes refactoring of application services code done in order to implement that new solution. Special emphasis is placed on solving problems arising during the execution of parallel activities in the application services modules responsible for processing and sending data.

Ključne reči: Paralelno programiranje, generičnost, aplikacioni servisi, refaktorizacija

1. UVOD

Jedna od osnovnih stvari koja se očekuje od savremenog softverskog rešenja svakako je brzo i pouzdano obavljanje zadataka za koje je namenjen. Brzina obavljanja zadataka od strane softvera u mnogome zavisi od performansi hardvera na kojem se on izvršava. Savremeni hardver visoke performanse uglavnom postiže primenom višejezgarnih procesora. Kako bi se mogućnosti višejezgarnih procesora iskoristile na pravi način, potrebno je da se u okviru softverskog rešenja jasno definišu nezavisni procesi koji se mogu istovremeno izvršavati.

Istovremeno izvršavanje nezavisnih procesa nije dovoljno za postizanje velike brzine izvršavanja. Potrebno je ostvariti značajan napor kako bi izvršavanje ujedno bilo pouzdano. Ako se veliki broj procesa izvršava istovremeno, to može biti kontraproduktivno, jer uzrokuje usporenje ili prestanak rada sistema usled nedovoljno hardverskih resursa. Takođe, ako procesi dele ograničen broj softverskih resursa, dosta vremena se gubi u kontroli pristupa tim resursima.

NAPOMENA:

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

U posmatranom softverskom sistemu pokretanje velikog broj procesa koji su se izvršavali u paraleli dovelo je do značajnog usporenja sistema usled ograničenog broja resursa koji su bili neophodni za njihovo izvršavanje. Istovremeno je ugrožena i pouzdanost izvršavanja.

Dolazilo je do gomilanja paralelnih procesa koji su čekali da se neophodni resursi oslobode, ali su ipak trošili procesorsko vreme i memoriju, što bi posle izvesnog vremena dovelo do prestanka rada softvera.

Kako bi se otklonilo nepotrebno usporavanje sistema i povećala njegova pouzdanost, razvijena je odgovarajuća infrastruktura koja u samom startu obezbeđuje sve neophodne resurse za izvršavanje paralelnih procesa. Na ovaj način se obezbeđuje istovremeno izvršavanje onoliko paralelnih procesa koliko postoji raspoloživih resursa za to. Time se izbegava gubljenje vremena u kontroli pristupa svakom od resursa pojedinačno i povećava pouzdanost u obavljanju zadataka.

U ovom radu je opisan način na koji se došlo do predloga izgleda pomenute infrastrukture i koji su razlozi za takav predlog. Opisan je način implementacije i funkcionisanja infrastrukture, njenog korišćenja i integracije u sistem, kao i uticaj njene primene. U zaključku rada dat je osvrt na rešenje, ukazano na njegove dobre i loše strane i dati su predlozi za mogući dalji razvoj.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA

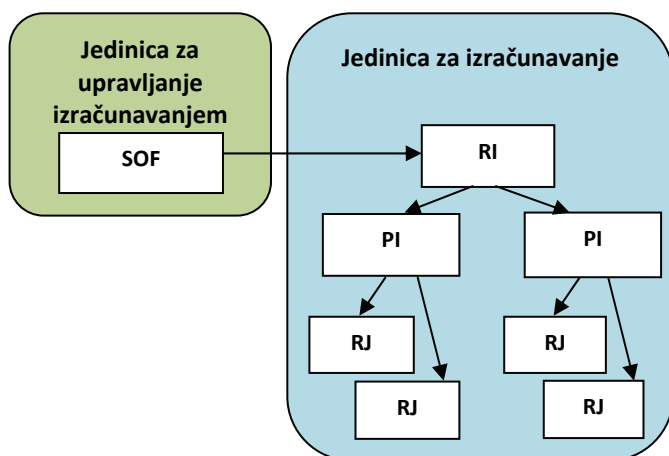
2.1. Razmatrani softverski sistem kao servisno orijentisana arhitektura

Servisno orijentisana arhitektura (SOA) se može definisati kao IT arhitektura koja podržava transformaciju poslovnog okruženja u skup međusobno labavo povezanih servisa koji između sebe komuniciraju tako što razmenjuju poruke ili koordiniraju neku aktivnost i time obezbeđuju zaokružen tok poslovnih procesa koje podržavaju.

U servisno orjentisanoj arhitekturi svaki od nezavisnih poslovnih procesa se predstavlja kao zaseban servis, što omogućuje povećanje fleksibilnosti celog sistema. SOA donosi mogućnost ponovnog korišćenja resursa, mogućnost jednostavnog proširenja postojećih resursa, lakšu integraciju podataka i funkcionalnosti, kao i prelazak na novu arhitekturu bez odbacivanja postojećih funkcionalnosti.

U servisno orjentisanoj arhitekturi svaki nezavisan poslovni proces se predstavlja kao servis koji obavlja svoju funkcionalnost nezavisno od ostatka sistema. Interakcija među servisima, koja se vrši putem komunikacionih kanala, rezultuje ostvarenjem funkcionalnosti ili dela

funkcionalnosti nekog sistema. Predmet razmatranja u ovom radu su servisi jednog složenog softverskog sistema koji su međusobnom interakcijom ostvaruju veoma važnu funkcionalnost tog sistema, a to su složeni matematički proračuni. U pitanju su servisi koji pripadaju dvema funkcionalnim celinama pod nazivom **Jedinica za upravljanje izračunavanjem** i **Jedinica za izračunavanje**. Jedinica za upravljanje izračunavanjem ima zadatak da prihvati zahteve za izračunavanjem iz spoljašnjeg okruženja, pripremi neophodne podatke za izračunavanje, da prosledi Jedinici za izračunavanje pripremljene podatke i da na kraju rezultat obrade vrati onome ko je izračunavanje inicirao. Jedinica za upravljanje izračunavanjem se sastoji samo od jednog servisa, **Servisa osnovnih funkcija (SOF)**. Celokupna gore navedena funkcionalnost Jedinice za upravljanje izračunavanjem je smeštena u Servis osnovnih funkcija. Jedinica za izračunavanje predstavlja funkcionalnu celinu koja vrši izračunavanja. Jedinica za izračunavanje se sastoji iz više komponenti koje su hierarhijski uređene. Komponenta **Raspoređivač izračunavanja (RI)** predstavlja vrh hierarhije i svi zahtevi za izračunavanjem, zajedno sa podacima neophodnim za njegovo obavljanje, prvo stižu do nje. Sledeći nivo u hierarhiji predstavljaju komponente **Pokretači izračunavanja (PI)**. Raspoređivač izračunavanja može posedovati jedan ili više Pokretača izračunavanja. Raspoređivač izračunavanja dodeljuje zahteve za obavljanje izračunavanja jednom od Pokretača izračunavanja, pri čemu se bira onaj Pokretač izračunavanja koji je trenutno najmanje opterećen. Pokretač izračunavanja zahtev za izračunavanje dalje prosleđuje prema svojim **Računskim jedinicama (RJ)**, koji predstavljaju poslednji stepen hierarhije i koji izvršavaju izračunavanje. Pokretač izračunavanja poseduje više Računskih jedinica. Broj zahteva za izračunavanjem, koji se mogu istovremeno obrađivati, direktno zavisi od broja RJ, gde je broj RJ moguće na jednostavan način povećavati podizanjem RJ kao servisa na novim mašinama i tako poboljšavati performanse sistema. Povećanje broja RJ znači i povećanje PI kojima će oni pripadati.



Slika 2.1. Arhitektura dela sistema zaduženog za proračune

Navedeni servisi imaju za cilj obavljanje određenih obrada i prosleđivanje rezultata tih obrada ka ostalim servisima. Svaki od navedenih servisa poseduje

moгуćnost izvršavanja više obrada istovremeno, pokretanjem više niti, i mogućnost slanja više rezultata tih obrada istovremeno. Problem koji se javlja u opisanoj servisno orjentisanoj arhitekturi uzrokovan je ograničenim brojem komunikacionih kanala koji mogu biti otvoreni između dva servisa. Naime, na svaki novopristigli zahtev za obradom podataka, startuje se nova nit koja će tu obradu obaviti, a zatim rezultat te obrade proslediti sledećem servisu u hierarhiji putem komunikacionog kanala. Kako je broj komunikacionih kanala između servisa ograničen, može se dogoditi situacija u kojoj su svi komunikacioni kanali zauzeti, od strane drugih niti. Ukoliko se to dogodi, nit, koja je završila sa obradom, čeka na prvi slobodan komunikacioni kanal. Čekanje na slobodan komunikacioni kanal može da potraje, gde je moguće da se u međuvremenu startuje još nekoliko niti. Ovo može dovesti do velikog broja istovremeno pokrenutih niti, koje troše procesorsko vreme i memoriju. Preoptrećenost procesora i memorije za posledicu ima usporenje ili čak i prestanak rada softvera.

Kako bi se izbeglo startovanje velikog broja niti, koje može dovesti do prestanka rada sistema, bilo je potrebno osmisliti i implementirati infrastrukturu koja bi obezbedila pouzdano i kontrolisano pokretanje paralelnih obrada.

2.2. Specifikacija zahteva

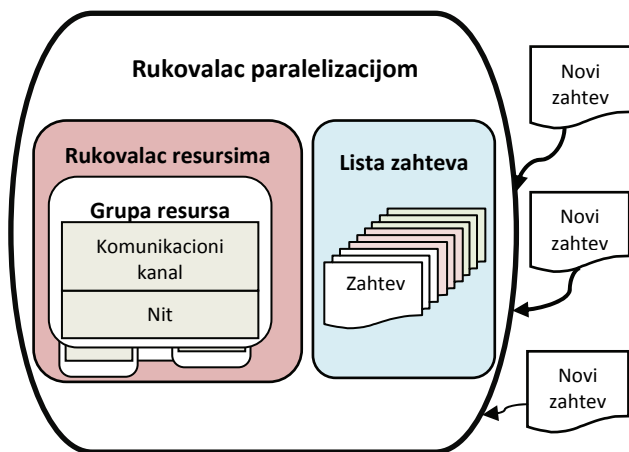
Od infrastrukture se očekuje da za svaki proces obrade i slanja podataka u razmatranim komponentama na samom početku obezbedi sve resurse neophodne da se taj proces sprovede u celosti. Potrebno je da rezervisanje resursa, neophodnih za izvršavanje određenih procesa, bude jednostavno, brzo i pouzdano. Pod pojmom pouzdano se podrazumeva da jednom dodeljeni resursi ostaju vezani za jedan proces sve dok se taj proces ne završi.

Infrastruktura treba da poseduje određen stepen generalizacije kako bi bez većih izmena bila primenjiva na svaku od razmatranih komponenti. Takođe, na ovaj način bi se buduće izmene postupaka obrade i slanja mogle obavljati samo na jednom mestu, bez potrebe da se menja svaka komponenta pojedinačno.

Uvođenje infrastrukture u sistem treba da bude što je moguće jednostavnije i da ne zahteva velike izmene postojećih delova sistema.

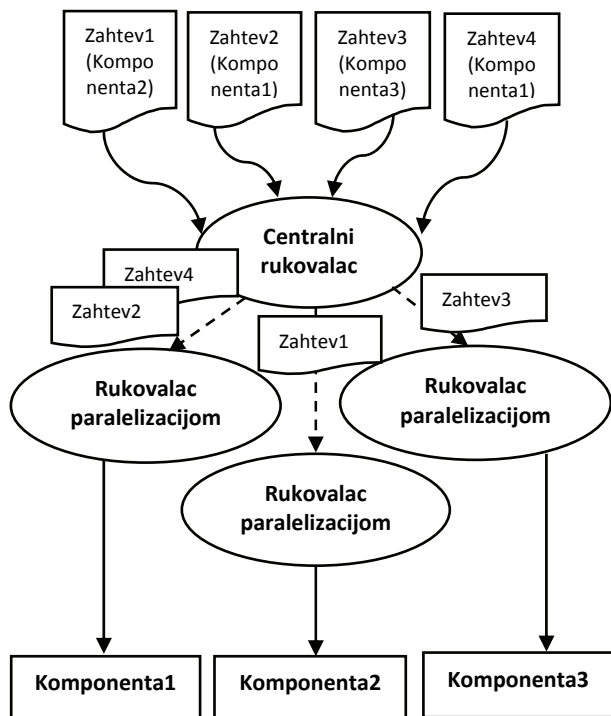
3. OPIS REŠENJA

Osnovni zadatak infrastrukture je rešavanje problema obrade i slanja podataka. Zato je potrebno obezbediti da svaka obrada u svakoj od komponenti od svog početka ima na raspolaganju sve neophodne resurse. Dakle, svakoj obradi je potrebno istovremeno obezbediti i nit koja će tu obradu vršiti i komunikacioni kanal kojim će se rezultat te obrade poslati. Takođe, pošto se više obrada i slanja podataka mogu odvijati paralelno, potrebno je da postoji više ovako grupisanih resursa kojima bi se jednostavno i pouzdano moglo rukovati. Pošto se zahtevi za obradom neće izvršavati dok se odgovarajući komunikacioni kanal ne oslobodi, potrebno je čuvati zahteve koji pristižu, a ne mogu odmah da se obrađuju. Na slici 3.1. dat je konceptualni model infasturkture neophodne za obradu i slanje podataka ka jednoj komponenti.



Slika 3.1. Konceptualni model infrastrukture

Grupa resursa je skup resursa neophodnih za obradu i slanje podataka. **Rukovalac resursima** predstavlja strukturu koja poseduje veći broj grupisanih resursa, koje je moguće, po potrebi, uzimati i vraćati. U **Listi zahteva** se čuvaju zahtevi, koji trenutno ne mogu da se puste na izvršavanje. **Rukovalac paralelizacijom** objedinjuje sve gore navedene strukture i upravlja njima, nadgleda zauzetost resursa, skladišti novopristigle zahteve koji se ne mogu trenutno obrađivati, pokreće izvršavanje novopristiglih zahteva ili uskladištenih zahteva, skladišti obrađene zahteve i na zahtev vraća rezultat obrade. Za svaku komunikaciju između dve komponente, kojoj prethodi neka obrada, potreban je jedan Rukovalac paralelizacijom koji upravlja resursima.



Slika 3.2. Izgled infrastrukture koja se koristi za komunikaciju prema više susednih komponenti

S obzirom da je moguće da jedna komponenta obrađuje i priprema podatke, a zatim ih prosleđuje ka više susednih komponenti, posebno je da postoji Rukovalac

paralelizacijom za svaku od susednih komponenti. Iz tog razloga pogodno je da postoji mogućnost za kreiranje više Rukovalaca paralelizacijom. Na slici 3.2. prikazan je izgled infrastrukture koji podržava komunikaciju jedne komponente sa više susednih komponenti.

Centralni rukovalac predstavlja centralno mesto infrastrukture u koje pristižu svi zahtevi za obradu. On, na osnovu naziva komponente kojoj treba proslediti obrađene podatke, pronalazi rukovaoca paralelizacijom koji je zadužen za obradu i slanje podataka ka toj komponenti.

Zahtev se zatim prosleđuje odgovarajućem rukovaocu paralelizacijom. Po pristiglom zahtevu za obradu, rukovalac paralelizacijom pronalazi prvu slobodnu grupu resursa i dodeljuje joj podatke koje treba da obradi i pošalje.

Ukoliko ne postoji slobodna grupa resursa, prosledeni zahtev se čuva, sve dok se prva grupa resursa ne oslobodi. U implementaciji, objektno orijentisana reprezentacija grupe resursa predstavlja osnovnu funkcionalnu jedinicu infrastrukture. Nju reprezentuje jedna klasa. Ona objedinjuje sve resurse neophodne za obradu i slanje nekog zahteva za izračunavanje.

Ona poseduje nit koja će obradu izvršiti kao i komunikacioni kanal kojim će se rezultat obrade proslediti.

Zahvaljujući svojim resursima, grupa resursa se može posmatrati kao zasebna funkcionalna celina, koja se može izvršavati nezavisno od ostatka sistema. Kao takva, grupa resursa se zauzima po pristiglom zahtevu za obradu i oslobađa kada se obrada završi.

Broj grupa resursa koji će biti kreirani direktno zavisi od broja otvorenih komunikacionih kanala. Najpogodniji trenutak za kreiranje grupa resursa je inicijalizacija komunikacije između dve komponente. Tada se kreiranju komunikacioni kanali između dve komponente, te se odmah mogu proslediti infrastrukturi, koja na osnovu njih kreira grupe resursa.

Grupa resursa je implementirana kao apstraktna klasa koja se ne može instancirati, a poseduje svu funkcionalnost koja je zajednička za obrade zahteva u svim servisima. Na ovaj način je dobijena mogućnost proširivosti infrastrukture, gde bi se u klasama naslednicama definisale konkretne metode za obradu. Takođe, na ovaj način rešenje je generalizovano i može se primeniti na sve razmatrane servise.

Generalizaciji rešenja doprinelo je i svojstvo refleksije koje je donela vrezija 4.0 .NET platforme.

Zahvaljujući mogućnosti dinamičkog kreiranje instance neke klase, uzimanje informacije o tipu kreirane instance, svih metoda te klase, svih parametara tih metoda, kao i poziva metoda na osnovu njenog naziva, koje je uvela refleksija, omogućena je parametrizacija infrastrukture od strane modula koji je koristi.

Naime, putem parametara infrastrukture se može specificirati koji tip grupe resursa treba da kreira kako bi se uspešno obavila obrada i slanje podataka za konkretan modul.

Takođe, putem parametara se specificira kojom metodom će se obaviti obrada, a kojom slanje podataka.

4. KORIŠĆENJE INFRASTRUKTURE

Kako bi primena infrastructure unela što manje promena u sistem, prosleđivanje podataka za obradu i slanje infrastrukturi se obavlja unutar tela već postojećih metoda zaduženih za obradu i slanje. Naravno, tela metoda sad sadrže samo pozive metoda infrastructure, jer je kod za obradu i slanje izmešten u infrastrukturu. Putem ovih metoda se prosleđuju svi parametri neophodni za obradu, pa se ovde mogu preuzeti i proslediti na izvršavanje infrastrukturi. Takođe na ovaj način modul zadužen za obradu i slanje podataka ostaje nepromenjen iz perspektive ostalih modula komponente, jer metode i njihovi parametri ostaju isti.

Prosleđeni parametri se, zajedno sa nazivima metoda kojima će se obaviti obrada i slanje podataka, prosleđuju infrastrukturi. Infrastruktura tom prilikom generiše identifikator, na osnovu koga je moguće preuzeti rezultat po okončanju obrade.

Pošto su podaci prosleđeni infrastrukturi, pauzira se dalje izvršavanje pozvane metode, sve dok rezultati obrade i slanja ne postanu dostupni. Kada se to dogodi, izvršavanje metode se nastavlja, a na osnovu prethodno dobijenog identifikatora, od infrastructure se traži rezultat obrade i slanja.

Rezultat obrade i slanja se vraća kao objekat klase *Object* i potrebno ga je pretvoriti u tip podatka koji je očekivan za poziv te metode. Modul koji koristi infrastrukturu ima svest o tome kojeg je tipa rezultat obrade i slanja. Zato on obavlja pretvaranje u očekivani tip, pa se objekat vraća kao povratna vrednost poziva metode.

Na listingu 4.1. data je implementacija jedne od metoda modula zaduženog za slanje podataka do Raspoređivača Izračunavanja ka Pokretaču Izračunavanja korišćenjem infrastructure.

```
public SubmitJobErrorCode SubmitJob(int PIID, Job job)
{
    CentralManager manager = CentralManager.Instance();
    ManualResetEvent doneEvent = new ManualResetEvent(false);

    String guid = manager.Instance(PIID.ToString(), new Request(job),
        "SubmitJob", "SubmitJob", "PostSubmitJob",
doneEvent));

    doneEvent.WaitOne();
    Object obj =
manager.GetReturnValueForRequest(PIID.ToString(), guid);
code = (JobSchedulerErrorCode)obj;

    SubmitJobErrorCode returnCode = new SubmitJobErrorCode(code,
job.JobRequestID);

    return returnCode;
}
```

Listing 4.1. Jedan primer korišćenja infrastructure

5. ZAKLJUČAK

Korišćenjem *.NET* programske platforme i programskog jezika *C#* uspešno je realizovana infrastruktura za rukovanje resursima neophodnim za izvršavanje paralelnih procesa jednog velikog softverskog sistema. Implementirana infrastruktura je u potpunosti ispunila sve prethodno postavljene zahteve. Primena infrastructure omogućila je brzo, jednostavno i pouzdano rukovanje resursum, bez opasnosti od preopterećenja i prestanka

rada sistema. To znači da je infrastruktura u velikoj meri doprinela pouzdanosti u radu celokupnog sistema i mogućnost njegovog neočekivanog usporenja svela na minimum, što je prvenstveno i bio cilj. Rešenje je u dobroj meri generalizovano i kao takvo se bez velikih izmena, može primeniti na sve module, koji su bili predmet razmatranja. Generalizacija rešenja pojednostavljuje i ubrzava buduća održavanja razmatranih modula i izmene nad njima. Takođe, generalizacija ostavlja prostor da se rešenje, bez preteranog napora, primeni na isti ili sličan problem u nekom drugom delu sistema. Infrastruktura nudi jednostavan i intuitivan način korišćenja. Njenom primenom, pored gore navedenih poboljšanja, dobijamo i bolju preglednost koda, jer je sad celokupan kod, koji je obavljao obradu i slanje, izmešten u infrastrukturu. Takođe, infrastruktura ima jasno definisane uslove korišćenja, te se u veoma kratkom roku može doneti odluka da li je njena primena na određeni problem isplativa.

Prvenstveni cilj primene infrastructure bio je povećanje pouzdanosti u radu sistema, prilikom istovremenog obavljanja više paralelnih procesa. Takođe, infrastrukturu je trebalo generalizovati i tako učiniti primenjivom na što veći broj posmatranih servisa. Postavljeni ciljevi su postignuti, ali za posledicu imaju usporenje obrade i slanja, koje iznosi do 30%. Ovo usporenje je prihvatljivo. Dalje unapređenje opisanog rešenja može ići u pravcu generalizacije procesa pripreme podataka, da bi se dobilo potpuno generičko rešenje, koje bi bilo primenjivo na svim mestima, gde se javlja isti problem.

Takođe, vremenom se uvidelo da postoji potreba za različitim prioritetom u redosledu izvršavanja zahteva. Znači, usavršavanje implementirane infrastructure trebalo da podrži postojanje zahteva različitih prioriteta i da implementira određene algoritme koji bi takve zahteve izvršavali na što efikasniji način.

6. LITERATURA

- [1] Miroslav Hajduković, Predrag Rakić, „Operativni sistemi (problemi i struktura)“, izdanje 0.9.11, Novi Sad, 2007.
- [2] Miroslav Hajduković, Žarko Živanov, „Arhitektura računara (pregled principa i evolucije)“, Novi Sad, 2012.
- [3] Joe Duffy, „*Concurrent Programming on Windows*“, 2009.
- [4] Juval Lowy, „*Programming WCF Services*“, 2007.
- [5] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd460693.aspx>, *Parallel Programming in the .NET Framework*
- [6] <http://msacademic.rs>, *Microsoft Academic Community Serbia*

Kratka biografija:



Živan Nešković rođen je u Novom Sadu 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke odbranio je 2012.god.

DIZAJN I VERIFIKACIJA DINAMIČKI REKONFIGURABILNE PROGRAMABILNE ARHITEKTURE**DESIGN AND VERIFICATION OF DYNAMICALLY RECONFIGURABLE ARCHITECTURE**Daniel Kesler, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je predložena nova programabilna rekonfigurabilna arhitektura. Predložena arhitektura je zasnovana na Cell Matrix™ arhitekturi sa izmenom koja omogućava jednostavniju i bržu rekonfiguraciju. Nova arhitektura se može efikasno implementirati na Virtex5 familiji FPGA kola.

Abstract – This paper introduces a novel programmable reconfigurable architecture. Proposed architecture is based on the Cell Matrix™ architecture with several important modifications that allow simpler and faster reconfiguration. New architecture is optimized for the implementation using Virtex5 FPGA devices.

Ključne reči: Reconfigurable computing, FPGA, Linux

1. UVOD

Donedavno su jednoprocesorski sistemi dominirali tržištem personalnih računara. Za potrebe izvršavanja računski zahtevnih aplikacija, istraživači su se služili raznim vrstama paralelnih procesorskih arhitektura kao što su klasteri simetričnih multi-procesora (eng. symmetric multi-processors - SMP). U poslednjih nekoliko godina je trend multiprocesorskih sistema prešao i na tržište personalnih računara i mobilnih uređaja. Multiprocesorski sistemi pružaju veće performanse ali ujedno zahtevaju veću potrošnju električne energije.

Rekonfigurabilni računari (eng. *Reconfigurable Computers*, kratko RC) pružaju mogućnost učitavanja akceleratora u rekonfigurabilni deo sistema po potrebi i samim tim pružaju mogućnost smanjenja potrošnje. Todman [1] je klasifikovao RC u 5 klasa koje su prikazane na slici 1a do 1e. Prve četiri klase imaju zajedničku osobinu a to je prisustvo jednog fizičkog kontrolnog procesora. Klase se razlikuju u načinu na koji procesor komunicira sa rekonfigurabilnom zonom (eng. Reconfigurable Fabric – RF) sistema.

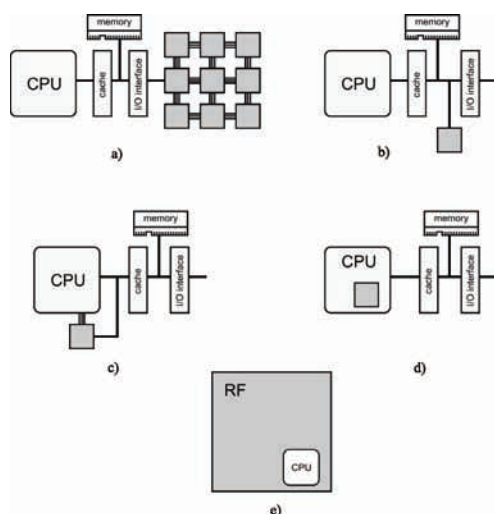
Na slici 1a, rekonfigurabilna zona je povezana sa procesorom preko njegove I/O magistrale. Iako ovakva struktura pruža najmanju brzinu prenosa podataka između procesora i RF, ona se najlakše implementira.

Slika 1b i 1c, predstavljaju sisteme koji povezuju RF na dva različita mesta u okviru memorijskog podsistema procesora. Povezivanjem RF direktno u memorijski podsistem procesora se postiže veća brzina koja bi inače u običnim procesorskim sistemima bila izgubljena.

Slika 1d prikazuje sistem u kojem se RF direktno vezuje na magistralu podataka procesora omogućujući da se RF ponaša kao funkcionalna jedinica procesora. Ovakva veza pruža RF pristup svim lokalnim informacijama procesora kao što je registarski fajl (eng. Register file).

Peta klasa RC koja je prikazana na slici 1e, predstavlja novu klasu RC čije postojanje je omogućeno napretkom u rekonfigurabilnoj tehnologiji. Umesto da se RF povezuje sa procesorom, procesor se ugrađuje u RF, a tako ugrađen procesor može biti implementirani kao fizički (eng. Hard-Processor) ili meki procesor (eng. Soft-Processor). Ova klasa omogućuje da korisnik određuje tip i broj procesora, posebno u slučaju soft procesora.

Parcijalna rekonfiguracija (PR) je proces rekonfiguracije RF gde se samo jedan deo rekonfiguriše dok se ostatak RF ne menja. Na osnovu funkcionalnosti dela RF koji se ne rekonfiguriše, moguće je PR podeliti u dve grupe. Prva grupa je statička parcijalna rekonfiguracija (eng. Static Partial Reconfiguration), gde uređaj nije aktivan tokom rekonfiguracije. Ovakav način rekonfiguracije zahteva spoljašnju kontrolu i ne predstavlja tehnologiju koja je potrebna za realizaciju pete klase RC. Druga grupa PR je dinamička parcijalna rekonfiguracija (eng. Dynamic Partial Reconfiguration - DPR) ili aktivna parcijalna rekonfiguracija. Uređaji u ovoj grupi dopuštaju da se deo FPGA kola rekonfiguriše dok ostatak kola i dalje radi. Ovaj tip parcijalne rekonfiguracije omogućava implementaciju pete klase RC. Unapređenje DPR je dinamička parcijalna samo-rekonfiguracija (eng. Dynamic Partial Self-Reconfiguration - DPSR). Ovakav način



Slika 1. 5 klasa RC arhitektura

NAPOMENA:

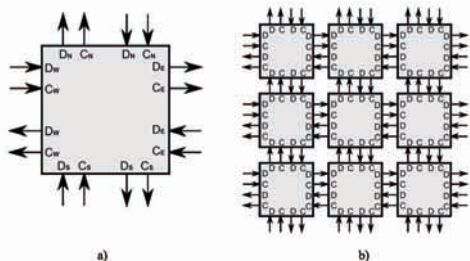
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Rastislav Struharik, docent.

rekonfiguracije omogućava da se FPGA kolo rekonfiguriše bez pristupstva spoljašnjeg kontrolera.

2. NOVA ARHITEKTURA

2.1. Karakteristike Cell Matrix™ arhitekture

Cell Matrix™ [2] arhitektura se sastoji od matrice ćelija koje su povezane samo sa susednim ćelijama. Rekonfiguracija se ne vrši putem jednog kontrolera već je svaka ćelija u stanju da rekonfiguriše svoje susede.



Slika 2. Izgled jedne ćelije Cell Matrix™ arhitekture i matrice takvih ćelija

Na slici 2a se može videti izgled Cell Matrix™ ćelije. Svaka od četiri strane istok, zapad, sever, jug (eng. West, East, North, South) ima po jedan ulazni i izlazni jednobitni signal za podatke i konfiguraciju. Ćelije mogu biti u režimu konfiguracije, C-modu, ili u režimu podataka, D-modu. Ako je bilo koji ulazni signal C postavljen na logičku jedinicu ćelija prelazi u C-mod režim rada i konfiguracione podatke preuzima sa ulaza za podatke sa strane gde se pojavio konfiguracioni signal. Vrednost svakog izlaznog signala se može menjati na osnovu ulaznih signala za podatke tako da je potrebna LUT tabela veličine 16x8 bita. Na slici 2b je prikazana matrica ćelija 3x3. Da bi se ćelije u trećoj koloni konfigurisale, potrebno je da se ćelije u prvoj i drugoj koloni konfiguriraju tako da prosleđuju ćelijama sa njihove desne strane konfiguracione podatke. Nakon konfigurisanja treće kolone, druga kolona bi se rekonfigurisala tako da može primiti umesto da prosleđuje konfiguraciju, i na kraju konfiguracije bi se prvoj koloni promenilo ponašanje tako da i ona primi konfiguraciju. Ovakav način konfiguracije pruža veliku fleksibilnost ali ujedno usložnjava algoritam konfiguracije a samim tim i vreme potrebno da bi se cela matrica konfigurisala.

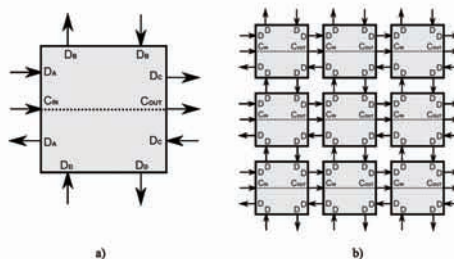
2.2. Karakteristike nove arhitekture

Ideja koja stoji iza nove arhitekture je da se sa jedne strane jednostavnost Cell Matrix™ arhitekture iskombinuje sa jednostavnim načinom rekonfiguracije kao što je to slučaj kod FPGA kola, a sa druge strane da se nova arhitektura može efikasno implementirati u FPGA kolima.

Ova nova arhitektura je homogena strukture i sastoji se od ćelija kao što je to slučaj kod Cell Matrix™, ali za razliku Cell Matrix™ ćelije su drugačije. Osnovna razlika se sastoji u tome da vrednost konfiguracionih signala ne može biti promenjena iz same ćelije na osnovu ulaznih signala podataka.

Na slici 3a je ilustrovan izgled ćelije nove arhitekture. Zadržani su signali podataka a konfiguracioni signali su ostali samo na levoj i desnoj strani ćelije. Interno su signali C_{IN} i C_{OUT} fizički povezani tako da se vrednost C_{IN} prenosi na sve ćelije u toj vrsti kao što je to naznačeno na

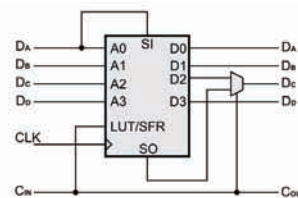
slici 3b. Ovim ograničenjem se gubi fleksibilnost rekonfiguracije koja je prisutna kod Cell Matrix™ arhitekture, ali se veličina LUT tabele dvostruko smanjuje tako de je potrebna veličina od 16x4 bita.



Slika 3. Izgled ćelije nove vCell Matrix arhitekture

Ćelije mogu biti u dva režima rada gde vrednost signala C_{IN} diktira u kom režimu se ćelija nalazi. Dok je C_{IN} na logičkoj nuli, ćelija radi kao LUT tabela, gde se ulazni signali podataka ponašaju kao adresni ulazi tabele a izlazni signali podataka su povezani na izlaze tabele. Ovaj režim rada odgovara D-modu rada kod Cell Matrix™ arhitekture. Ako je C_{IN} na logičkoj jedinici, ćelija prelazi u konfiguracioni režim gde se LUT tabela ponaša kao pomerački registar čiji je serijski ulaz, ulazni signal D_A posmatrane ćelije, a serijski izlaz, izlaz D_C. Rekonfiguracija ćelija se odvija po vrstama, i moguće je rekonfigurirati više vrsta istovremeno.

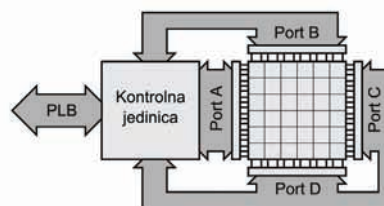
Na slici 4 je ilustrovana detaljna arhitektura nove ćelije koja sastoji se od LUT tabele koja se može popuniti serijski, putem SI ulaza, i jednog multipleksera 2 na 1, kojim se bira funkcija izlaza D_C na osnovu vrednosti C_{IN}. LUT tabela je taktovana, tako da se izlazne vrednosti menjaju na rastuću ivicu takta. Tokom rekonfiguracije, tokom svakog takta sadržaj LUT tabele pomeri se za jedan bit.



Slika 4. Arhitektura vCell ćelije

2.3. Kontrolna jedinica za programiranje

Rekonfiguracija ove arhitekture se odvija pomoću spoljašnje kontrolne jedinice, kao što je to slučaj kod FPGA kola. Sve ćelije sem onih koje se nalaze na rubovima matrice imaju sve signale povezane sa svojim susedima. Nepovezani signali rubnih ćelija formiraju pristupne portove matrice. Nepovezani signali prve kolone matrice, predstavljaju port A i konfiguracioni port (slika 5), gornji red matrice predstavlja port B, poslednja kolona je port C a signali donjeg reda matrice formiraju port D.



Slika 5. Izgled veza pristupnih portova matrice i kontrolne jedinice

Kontrolna jedinica je realizovana kao IP jezgro koje se sa procesorom povezuje preko PLB magistrale. Ova jedinica sem funkcije konfiguracije, obezbeđuje i vezu između procesora i pristupnih portova matrice ćelija. Pošto procesor i ćelije ne moraju raditi na istoj učestanosti, a operativni sistem nije u stanju da garantuje da će se dve operacije izvršiti u unapred određenom broju taktova, bilo je neophodno rešiti ovaj problem u kontrolnoj jedinici. Umesto da se meri vreme ili broj proteklih taktova, kontrolnoj jedinici se zadaje sa koliko taktova treba da pobudi ćelije.

3. PROGRAMSKI ALATI

Da bi se pojednostavio rad sa predloženom rekonfigurabilnom arhitekturom bilo je neophodno razviti čitav niz programskih alata.

3.1. Kompajler ćelije

Sadržaj svake ćelije mora biti generisan na neki način. Jedna mogućnost je da se sadržaj popuni ručno, ali to je prilično iscrpan zadatak koji pruža veliki prostor za slučajne greške. Jednostavnije bi bilo da se logičke funkcije opišu kao logički izrazi pomoću operatora i promenljivih, nakon čega bi se takvi izrazi upotreбили za generisanje sadržaja ćelije.

Da bi se ubrzao proces dizajniranja i implementiranja hardvera na novoj rekonfigurabilnoj arhitekturi, napravljen je kompajler čija je uloga generisanje sadržaja ćelije na osnovu logičkih izraza. Proces kompajliranja se može podeliti u više koraka, u koje spadaju: leksička analiza, preprocesiranje, semantička analiza, generisanje koda, optimizacija i drugi. Iako VCMCC (vCellMatrix, cell compiler) kompajler ne sadrži sve prethodno navedene korake, njegova implementacija nije trivijalna. Srećom, postoje softverski paketi koji olakšavaju generisanje nekih koraka kompajlera. Jedan od takvih softverskih paketa je *bison* [3] koji je deo GNU projekta.

3.2. Kompajler matrice

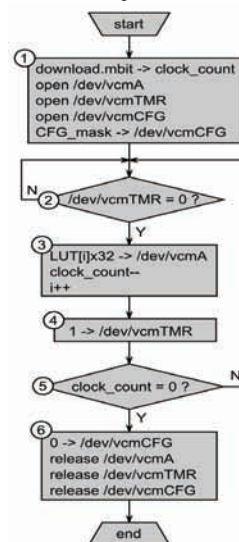
Jedna ćelija sama za sebe ne može ostvariti složene funkcije ali cela matrica ćelija može. Da bi se odredio sadržaj cele matrice, potrebno je svakoj ćeliji dodeliti odgovarajući sadržaj. Dodelu sadržaja ćelija je moguće odraditi ručno, ali uzimajući u obzir da matrica 32x32 sadrži 1024 ćelije, ovaj zadatak bi takođe bio naporan. Radi ubrzanja i ovog dela implementacije, napravljen je drugi kompajler, čija je uloga generisanja sadržaja cele matrice. Drugi kompajler nosi naziv VCMCC (vCellMatrix, matrix compiler). Kao i kod VCMCC, upotrebljen je *bison* paket da bi generisao potreban programski kod.

3.2. Programiranje razvijene arhitekture

Programiranje razvijene arhitekture se odvija pomoću *vcmprog* aplikacije, koja prosleđeni sadržaj matrice, pozivanjem odgovarajućih funkcija napisanog drajvera, programira taj sadržaj u rekonfigurabilnu strukturu. Algoritam programiranja je ilustrovan na slici 6.

U prvom koraku se učitava fajl koji se sastoji od sadržaja matrice i kontrolnih polja (*download.mbit*). Među kontrolnim podacima se nalazi broj potrebnih taktova (*clock_count*) za prenos celog sadržaja. Otvaraju se odgovarajući fajlovi za komunikaciju sa drajverom i zadaje se konfiguraciona maska. Ova maska aktivira C_{IN} signale ćelija, tako da odgovarajuće ćelije pređu u C-mod

režim rada. U koraku 2 se proverava da li su svi zadati taktovi prosleđeni, a ako jesu prelazi se na korak 3. U ovom koraku se na portA upisuje vrednost prvih bitova LUT tabela. Umanjuje se vrednost *clock_count*. U koraku 4 se zadaje tačno jedan takt, jer treba da se prosleđi samo jedan bit koji se nalazi na portu A. U sledećem koraku (korak 5), se proverava da li su svi biti prosleđeni, ako jesu, prelazi se u korak 6 u kojem se oslobađaju otvoreni fajlovi i C_{IN} signali se vraćaju na nulu.

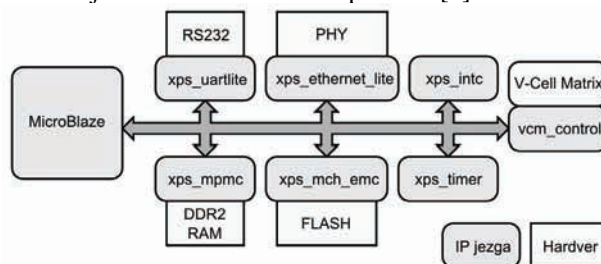


Slika 6. Algoritam programiranja razvijene arhitekture

4. TESTIRANJE

4.1. Struktura korišćenog sistema

Za potrebe testiranja nove rekonfigurabilne arhitekture napravljen je embedded sistem, koji se sastoji od MicroBlaze procesora i potrebnih periferija, kao i modula sa novom rekonfigurabilnom arhitekturom. Na slici 7 je prikazana ilustracija sastavnih delova projektovanog embedded sistema. Embedded sistem je implementiran korišćenjem Virtex5 FPGA komponente [4].



Slika 7. Blok šema embedded sistema korišćenog za testiranje

Za ovako projektovani embedded sistem bilo je potrebno portovati Linux operativni sistem i napisati Linux drajver koji će omogućiti komunikaciju Linux aplikacija sa rekonfigurabilnim modulom. Radi jednostavnijeg razvoja aplikacija takođe je razvijena i vCM biblioteka.

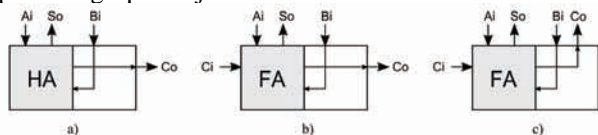
Za potrebe testiranja, implementirani su sabirač i množač, pošto oni predstavljaju sastavne delove filtra, DSP algoritama, raznih transformacija i drugih složenijih jezgara. Za oba primera je razvijena aplikacija koja se oslanja na vCM biblioteku i koristi se za testiranje odgovarajućeg jezgra. Aplikacija može raditi u dva režima, prvi je kad joj se proslede dva argumenta koji predstavljaju operande, a drugi je režim ispisa kada se

dobija rezultat koje je jezgro izračunalo. Ako se aplikaciji prosledi jedan tekstualni parametar, "test", onda aplikacija počinje sa verifikacijom jezgra tako što izvrši proračune koristeći jezgro i MicroBlaze, nakon čega se rezultati porede. Tokom verifikacije se isprobaju sve kombinacije operanada, iz skupa operanada koji se mogu proslediti jezgru. Oba jezgra su uspešno verifikovana, za sve podržane operande daju validne rezultate sabiranja i množenja.

4.2. Sabirač

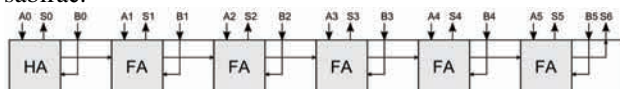
Da bi se sabirač implementirao na novoj arhitekturi, potrebno je opisati polusabirač (eng. Half-Adder, HA) i pun sabirač (eng. Full Adder, FA) pomoću logičkih izraza koji će omogućiti njihovu implementaciju pomoću vCell Matrix ćelija.

Najpogodnija organizacija bita operanada i rezultata po broju upotrebljenih portova zahteva tri grupe ćelija kao što je to ilustrovano na slici 8. Prva grupa se koristi za prvi bit, i vidi se da se sastoji od HA sabirača (slika 8a), sledeći bitovi se sabiraju koristeći grupu prikazanu na slici 8b, a poslednji bit i poslednji bit prenosa se računa pomoću grupe ćelija na slici 8c.



Slika 8. Osnovne grupe ćelija sabirača

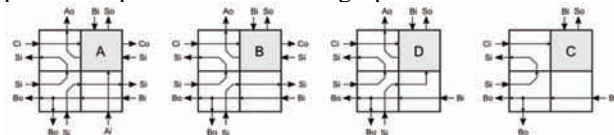
Konačna organizacija ćelija, 4-bitnog sabirača, je prikazana na slici 9. Sabirač koji je implementiran i verifikovan je 16-bitni, ali pošto je struktura regularna, zbog jednostavnosti, ovde je prikazan samo 4-bitni sabirač.



Slika 9. 4-bitni sabirač implementiran na razvijenoj arhitekturi

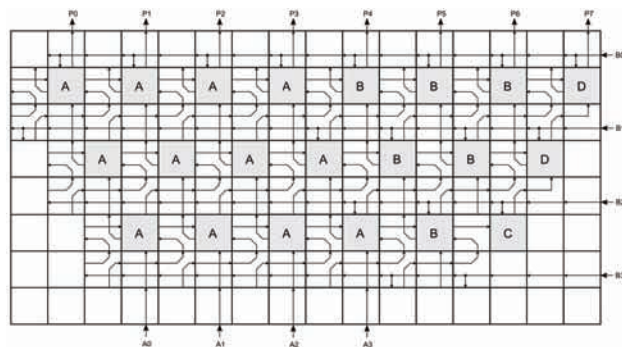
4.3. Množak

Drugi primer na kome je demonstriran rad sistema je jezgro celobrojnog binarnog množača. Množenje binarnih brojeva koristi sabiranje i pomeranje, tako da je u osnovi binarnog množača, binarni sabirač. Na slici 10. su prikazane četiri grupe ćelija od kojih je sastavljen množač. Može se uočiti da su grupe dvostruko veće u odnosu na grupe ćelija upotrebljene kod implementacije sabirača. Pored povećane veličine grupa, za realizaciju je potrebno upotrebiti više takvih grupa.



Slika 10. Osnovne grupe ćelije množača

Konačna organizacija ćelija koje zajedno sačinjavaju binarni množač je data na slici 11. Na slici je prikazan 4-bitni množač. Može se uočiti da množač zauzima mnogo više resursa u odnosu na sabirač iste dužine operanada. Jezgro množača koje je implementirano u hardveru je 8-bitno, na slici 11 je radi preglednosti ilustrovano 4-bitno množač. Struktura množača je regularna tako da se prikazom 4-bitnog množača umesto 8-bitnog nije izgubila ideja koja stoji iza implementacije takvog množača.



Slika 11. 4-bitni množač implementiran na razvijenoj arhitekturi

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predložena nova programabilna rekonfigurabilna arhitektura. Predložena arhitektura je zasnovana na Cell Matrix™ arhitekturi sa izmenom koja omogućava jednostavniju i bržu rekonfiguraciju. Razvijene su potrebne alatke koje olakšavaju implementaciju hardvera na novoj arhitekturi. U razvijene alatke spada VCMCC kompajler ćelije, VMMC kompajler matrice, kontrolna jedinica, Linux drajver koji komunicira sa kontrolnom jedinicom i vCM biblioteka koja olakšava upotrebu razvijene arhitekture u novim aplikacijama. Nova arhitektura se može efikasno implementirati na Virtex5 familiji FPGA kola.

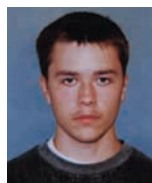
Za demonstraciju rada, implementiran je embedded sistem baziran na MicroBlaze procesoru. Kao operativni sistem je upotrebljen GNU/Linux, koji je portovan na MicroBlaze procesor.

Rad nove arhitekture je demonstriran na dva primera, radu sa 16 bitnim sabiračem i 8 bitnim množačem. Verifikacija se odvijala pomoću aplikacija koje su razvijene koristeći vCM biblioteku. Provera ispravnosti rada jezgra za sabiranje i množenje je izvršena iscrpnom proverom svih kombinacija operanada koje su jezgra podržavala. Verifikacija je pokazala da oba jezgra pouzdano rade.

6. LITERATURA

- [1] T. Todman, G. Constantinides, S. Wilton, O. Mencer, W. Luk, and P. Cheung, "Reconfigurable computing: architectures and design methods," in IEE Proceed-ings: Computer & Digital Techniques, vol. 152, no. 2, March 2005, pp. 193–208.
- [2] Cell Matrix Corporation, <http://www.cellmatrix.com/>
- [3] Bison - GNU parser generator, <http://www.gnu.org/software/bison/>
- [4] Virtex-5 FPGA UG190 User Guide, www.xilinx.com

Kratka biografija:



Daniel Kesler rođen je u Somboru 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Projektovanje složenih digitalnih sistema odbranio je 2012.god.



STATISTIČKA OBRADA MERNIH PODATAKA U LABVIEW PROGRAMU
STATISTICAL ANALYSIS OF MEASURED DATA IN THE LABVIEW PROGRAM

Bojan Ilić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je analiza i obrada signala, kao i fitovanje podataka u LabVIEW programskom paketu. Cilj rada je da prikaže način digitalizacije signala i greške koje se javljaju. Objasnjena je pojava aliasing efekta i način njegovog uklanjanja upotrebom antialiasing filtra. Predstavljen je i način konvertovanja analogne frekvencije, koja se izražava u Hz u digitalnu (normalizovanu) frekvenciju koja se izražava u mernoj jedinici perioda/uzorku. Objasnjena je proces fitovanja, kao i način određivanja empirijske formule. Takođe je objašnjena i jedna od najboljih metoda za fitovanje, a to je metoda najmanjih kvadrata.

Abstract – The analysis and processing of signals as well as the fitting of data in the LabVIEW software package are presented in this paper. The goal of the paper is to show the way to digitize the signals and errors that occur. Furthermore, the paper explains the appearance of the aliasing effect, and the way of eliminating the same by using the antialiasing filter. In addition, the paper presents the method of converting the analogous frequency, expressed in Hz, into digital (normalized) frequency which is expressed in the measuring unit of period/sample. The fitting process is also explained as well as the way of determining of the empiric formula. Moreover, one of the best methods for fitting, the least square method, is explained in this paper.

Ključne reči: LabVIEW, digitalizacija signala, fitovanje podataka

1. UVOD

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) je grafički programski jezik koji za formiranje aplikacija koristi 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 pravljani (jer je tekstualni kod sveden na minimum) u LabVIEW, nazivaju se virtualnim instrumentima (skraćeno VI) [1]. Razlog tome je što njihova pojava i operacije imitiraju fizičke instrumente, kao što su npr. osciloskopi i multimetri. Pri tome treba biti obazriv sa korišćenjem termina virtualni, jer se pod njim u merenjima ne podrazumeva samo simulacija rada, već realan instrument koji poseduje neophodan hardver (najčešće akvizicionu karticu opšte ili posebne namene), a

način rada se definiše programom. U LabVIEW postoji mnogo gotovih VI, tako da je simulacija i testiranje znatno olakšano.

Pojedini VI mogu da generišu i obrađuju signale određene amplitude, frekvencije i oblika u zavisnosti od naših potreba. Međutim, pored obrade signala javlja se i potreba za obradom podataka. Podaci koje preuzimamo sa mernih, kartica su podaci o nekim fizičkim veličinama (temperatura, pritisak, vlažnost . . . itd.) koje se mere u nekim vremenskim intervalima. Te podatke je neophodno fitovati da bi imali realnu sliku o promeni neke veličine, jer imamo pojavu ekstremnih vrednosti koje su posledica greške merenja ili neke druge greške.

Signal je vremenski promenljiv fizički fenomen koji sa sobom nosi informaciju. Analiza i obrada signala ima značajnu ulogu u gotovo svim oblastima elektrotehnike kao i u mnogim drugim inženjerskim i naučnim oblastima. Signal se obrađuje da bi se iz njega izvukla informacija i predstavila na neki razumljiviji način, ili da bi se na osnovu nje predvideli neki fenomeni koji će se dogoditi u budućnosti. Pored toga, obradom signal se može transformisati u oblik koji je pogodan za prenos na daljinu. Najpogodniji oblik za prenos na daljinu je električni, a da bi se on ostvario potrebno je izvršiti digitalizaciju signala.

2. DIGITALIZACIJA SIGNALA

U savremenim tehnikama merenja dominantnu grupu instrumenata i merne opreme, danas čine digitalni merni instrumenti.

Da bi se omogućila upotreba digitalnih mernih instrumenata i opreme, i iskoristile njihove prednosti, neophodno je date analogne veličine (signale) prevesti u digitalni oblik. Proces koji omogućuje dobijanje zapisa neke analogne veličine u digitalni oblik naziva se analogno-digitalna (A/D) konverzija, a uređaj A/D konvertor. Tipično, proces A/D konverzije obuhvata odmeravanje analogne veličine u vremenu i po amplitudi. Prema tome, A/D konvertori su uređaji koji prevode signale iz domena (kontinualno vreme, kontinualna amplituda) u domen (diskretno vreme, diskretna amplituda)[2].

Svaki uzorak analognog signala mora biti konvertovan u konačan broj bita pre nego što počne njegova obrada. Ova konverzija se ostvaruje pomoću analogno-digitalnog konvertora (ADC) koji se nalazi na DAQ (Data Acquisition) kartici.

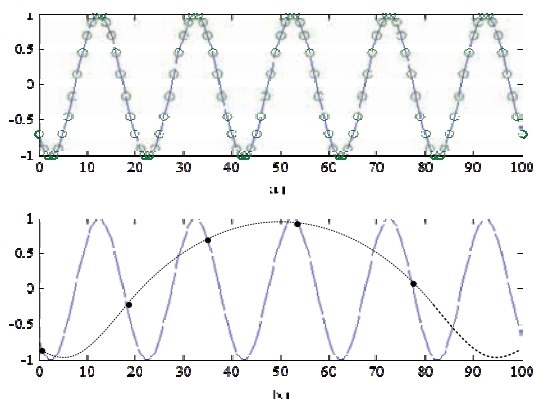
2.1 Uzorkovanje (sempliranje) signala

Jedan od najvažnijih parametara analognog ulaznog sistema je period kojim DAQ kartica uzorkuje dolazeći signal. Perioda uzorkovanja određuje koliko često A/D

NAPOMENA:

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

konvertor uzima uzorke signala. Ako je veća učestanost uzorkovanja konvertovani signal će biti verodostojniji originalu u odnosu na konvertovani signal kada je učestanost uzorkovanja manja. Ako je uzorkovanje previše sporo dolazi do greške. Na slici 1. prikazan je dobro uzorkovan signal i poduzorkovan signal.

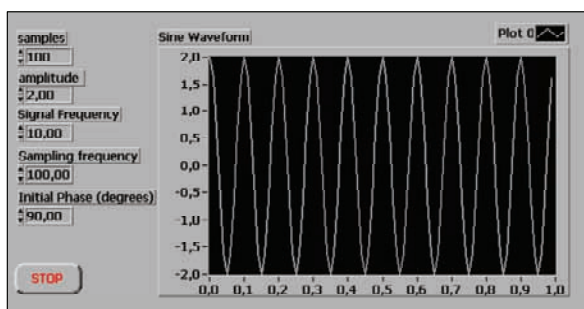


Slika 1. a) Adekvatno uzorkovan signal, b) Poduzorkovan signal

Efekat poduzorkovanja se manifestuje tako što se signal pojavljuje kao da ima drugu frekvenciju u odnosu na stvarnu. Ovo pogrešno konvertovanje signala zove se aliasing.

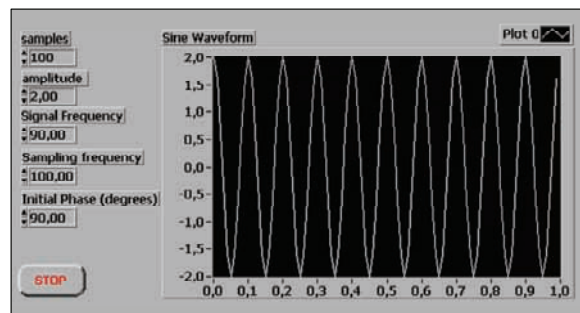
Prema Nikvistovoj teoremi da bi se izbegao aliasing efekat neophodno je da frekvencija odabiranja bude bar dva puta veća od maksimalne frekvencije analognog signala. Za dati period uzorkovanja maksimalna frekvencija na kojoj se signal može tačno preslikati naziva se Nikvistova frekvencija. Nikvistova frekvencija jednaka je polovini frekvencije odabiranja. Alias frekvencija je apsolutna vrednost razlike između frekvencije ulaznog signala i najbližeg celobrojnog umnoška (n) frekvencije odabiranja.

Da bismo pojasnili problem aliasinga, uzorkovali smo dva signala pomoću *Sine Wave VI*, s tim je frekvencije prvog 10 Hz, a drugog 90 Hz, pri istoj frekvenciji uzorkovanja od 100 Hz. Na slici 2. prikazan je prvi signal.



Slika 2. Uzorkovan sinusni signal frekvencije 10 Hz

Sa slike 2. se vidi da je broj uzoraka (*samples*) 100, amplituda (*amplitude*) 2V, početna faza (*initial phase*) 90° , i frekvencija uzorkovanja (*sampling frequency*) signala je 100 Hz. Ako uzorkujemo drugi signal koji ima sve iste parametre kao i prvi, s tim da mu je jedino frekvencija uzorkovanog signala 90 Hz, dobijamo signal koji je isti kao i prvi. Ovaj signal je prikazan na slici 3.

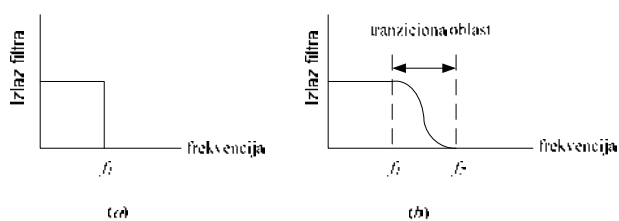


Slika 3. Uzorkovan sinusni signal frekvencije 90 Hz

Zbog pojave aliasinga mi ne znamo da li uzorkovani signal ima frekvenciju 10 Hz ili 90 Hz, pošto su identični, jer nije zadovoljena Nikvistova teorema koja nalaže da je najviša frekvencija ulaznog signala bar upola manja od frekvencije uzorkovanja. U našem slučaju frekvencija uzorkovanja je 100 Hz, pa bi najviša frekvencija uzorkovanog signala trebala biti ≤ 50 Hz. Pošto drugi signal ima frekvenciju 90 Hz, dolazi do pojave aliasinga ($(n \cdot 50) - 90$) Hz > 0 , gde je $(100 - 90)$ Hz = 10 Hz. Drugim rečima ovaj digitalni sistem sa frekvencijom uzorkovanja 100 Hz ne može da razlikuje 90 Hz i 10 Hz, 80 Hz i 20 Hz, 70 Hz i 30 Hz i slično. Da bismo sprečili aliasing, neophodno je koristi antialiasing filter.

2.2 Antialiasing filter

Da bi bili potpuno sigurni da neće doći do greške, učestanost ulaznog signala je ograničena niskopropusnim filtrom (filter koji propušta niske učestanosti, a slabi visoke). Ovaj filter se stavlja pre uzorkovanja tj. pre A/D konvertora, i zove se antialiasing jer slabljenjem visokih frekvencije (viših od Nikvistove) sprečava aliasing komponenti. Filter se stavlja pre A/D konvertora iz razloga što je signal još uvek analogan i lakše ga je ograničiti. Na slici 4. prikazan je idealan i realan antialiasing filter.



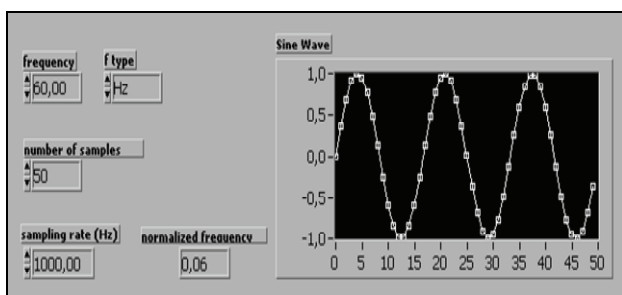
Slika 4. Antialiasing filter: (a) idealan, (b) realan

Idealan antialiasing filter propušta sve željene frekvencije (frekvencije ispod f_1) a odseca sve neželjene (frekvencije iznad f_1), međutim u praksi je teško realizovati takav filter. U praksi filteri izgledaju kao na slici 4. b). Oni propuštaju sve učestanosti ispod f_1 a odsecaju sve učestanosti iznad f_2 . Oblast između f_1 i f_2 naziva se tranziciona oblast i u njoj dolazi do slabljenja frekvencije signala. Iako mi želimo da prođu samo signali čija je frekvencija manja od f_1 , mogu proći i signali iz tranzicione oblasti i izazvati aliasing. U praksi frekvencija odabiranja bi trebala biti bar tri puta veća od najveće frekvencije iz tranzicione oblasti, iz tog razloga se u praksi bira da je učestanost odabiranja pet i više puta veća od učestanosti ulaznog signala.

2.3 Digitalna (normalizovana) frekvencija

Programski paket LabVIEW omogućava generisanje raznih vrsta signala, kao i simulaciju nekih signala koji se pojavljuju svakodnevno. U analognom svetu frekvencija signala se izražava u Hz ili periodom u sekundi, ali u digitalnim sistemima često se koristi digitalna frekvencija. Digitalna frekvencija predstavlja odnos između analogne frekvencije i frekvencije uzorkovanja.

Ova digitalna frekvencija se naziva još i normalizovana frekvencija a njena merna jedinica je perioda/uzorku. Za rad pojedinih VI neophodna je normalizovana frekvencija. Ovaj opseg frekvencija ima vrednost od 0.0 do 1.0, i odgovara realnom frekventnom opsegu od 0 do frekvencije uzorkovanja (f_s)[3]. Ako uzmemo kao primer analogni signal čija frekvencija je 60 Hz, a signal je uzorkovan frekvencijom 1000 Hz, tada je normalizovana frekvencija $f = 0.06$ perioda/uzorku (Slika 5.).

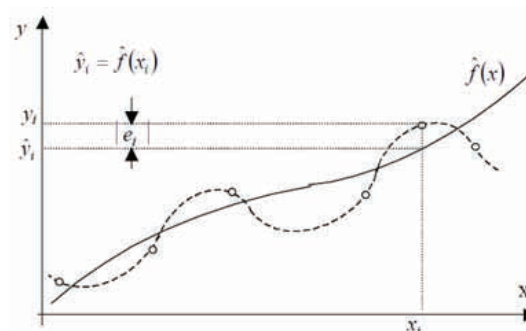


Slika 5. Sinusni signal, digitalne frekvencije 0.06

Sinusni signal koji je prikazan na slici 5. izgenerisan je pomoću **Sine Wave VI**. Ako podelimo frekvenciju signala koja je 60 Hz (**frequency**) sa frekvencijom uzorkovanja 1000 Hz (**sampling rate**), dobijamo normalizovanu frekvenciju (**normalized frequency**) $f = 0.06$ perioda/uzorku. To je približno 17 (1/0.06) uzoraka za generisanje jedne periode sinusnog signala. Na front panelu su prikazane tri periode sinusnog signala, a razlog toga je zadati broj uzoraka (**number of rate**) koji je 50, jer kada se 50 podeli sa 17 što je broj uzoraka po periodu količnik je približno 3.

3. FITOVANJE PODATAKA

U digitalnom domenu, skup podataka se može predstaviti kao dve sekvence ulaznih parametara, čije su vrednosti X i Y. Uzorak ili tačka iz skupa podataka može se napisati kao $(x[i], y[i])$, gde je $x[i]$, i-ti element sekvence X vrednosti, a $y[i]$ i-ti element sekvence Y vrednosti. Svaki $y[i]$ je u vezi sa odgovarajućim $x[i]$. Potrebno je pronaći vezu između $x[i]$ i $y[i]$ u digitalnom domenu i izraziti je u obliku jednačine u analognom domenu. Fitovanjem krivih, digitalni podaci mogu biti predstavljeni kao kontinualan model određenog skupa parametara. Osnovna ideja je da se izvuče skup parametara ili koeficijenata iz krive podataka, kako bismo omogućili dobijanje funkcionalnog opisa skupa podataka. Ovaj funkcionalni opis se sastoji iz parametara a_0, a_1, \dots, a_k koji najviše odgovaraju eksperimentalnom modelu iz kojeg su uzorci $x[i]$ i $y[i]$ dobijeni. Na slici 6. prikazani su eksperimentalni podaci, kao i neki parametri koji se definišu pri fitovanju.



Slika 6. Prikaz empirijske formule

Rezidium ili odstupanje (e_i) se definiše kao razlika između originalne (y_i) i aproksimirane ($\hat{f}(x_i)$) vrednosti.

$$e_i = y_i - \hat{f}(x_i), \quad \text{za } i=1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Što je odstupanje e_i manje to je fitovanje bolje. Dakle odabranu funkciju $\hat{f}(x)$, koju nazivamo empirijska formula prilagođavamo eksperimentalnim podacima. Da bi fitovanje bilo dobro neophodno je odabrati odgovarajuću empirijsku formulu. Pri izboru oblika empirijske formule $\hat{f}(x)$, potrebno je uzeti u obzir sva teoretska znanja o međuzavisnosti posmatranih veličina. Kada odredimo funkcionalni model, možemo ga koristiti za procenu tačaka podataka koje nedostaju[4]. Sam proces fitovanja nije uvek jednostavan. Najjednostavniji slučaj za fitovanje krive je slučaj kada je poznat oblik krive, na primer krug ili pravougaonik, pa se nedostajući segment dobija fitovanjem pravih ili kružnih oblika. Međutim, često se dešava da kriva ima neki nestandardan oblik i tada je mnogo teže izvršiti fitovanje te krive.

3.1. Metoda najmanjih kvadrata

U cilju određivanja funkcija koje najbolje odgovaraju datim podacima, jedna od najboljih metoda fitovanja podataka je metoda najmanjih kvadrata (**LSM-Least Squares Method**). Metoda najmanjih kvadrata bazirana je na principu smanjivanja malog kvadratnog ostatka (rezidiuma).

$$S(\mathbf{b}) = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{f}(x_i, \mathbf{b})]^2 \quad (2)$$

$$\mathbf{b} - \text{vektor parametara, } \mathbf{b} = [b_i], \quad i=0, 1, \dots, k$$

Prema metodi najmanjih kvadrata najbolje (optimalne) vrednosti parametara b_0, b_1, \dots, b_k u odabranoj empirijskoj formuli su one za koje suma kvadrata odstupanja ima minimum:

$$S(\mathbf{b}) = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{f}(x_i, \mathbf{b})]^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

Nepoznati parametri se dobijaju iz neophodnog uslova minimuma funkcije S:

$$\frac{\partial S(\mathbf{b})}{\partial b_j} = -2 \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{f}(x_i, b_0, b_1, \dots, b_k)] \frac{\partial \hat{f}(x_i, b_0, b_1, \dots, b_k)}{\partial b_j} = 0 \quad (4)$$

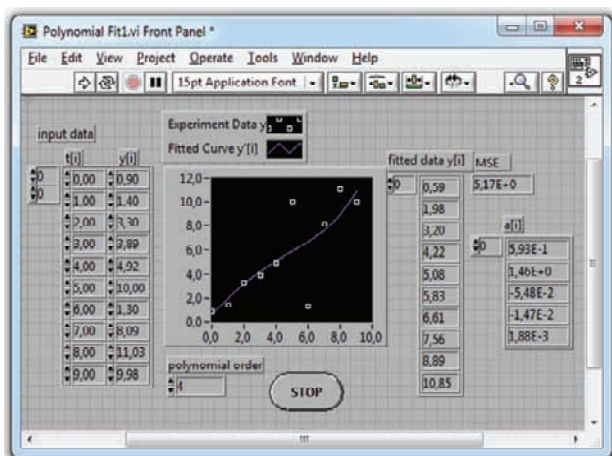
Jednačina (4) se naziva normalnom jednačinom i ona je u opštem slučaju nelinearna. U slučaju postojanja više rešenja posmatranog sistema, tj. više lokalnih minimuma funkcije $S(b_0, b_1, \dots, b_k)$, bira se ono rešenje koje daje najmanju vrednost minimuma - globalni minimum.

Kao mera kvaliteta fitovanja eksperimentalnih podataka, u statističkoj analizi se koristi srednje kvadratno odstupanje (*MSE-Mean Square Error*) formule od eksperimentalnih vrednosti, definisano kao:

$$MSE = s = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n - (k + 1)} = \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - \hat{f}(x_i, \mathbf{b})]^2}{n - (k + 1)} \quad (5)$$

Ukoliko je MSE manje, utoliko neka empirijska formula bolje fituje eksperimentalne podatke, pa se ona koristi pri poređenju različitih empirijskih jednačina za iste eksperimentalne podatke.

Na slici 7. prikazan je program koji fituje krivu eksperimentalnih ulaznih podataka t i y , koji imaju oblik polinoma ($y[i] = a_0 + a_1 t[i] + a_2 t[i]^2 + \dots$).



Slika 7. Fitovanje podataka koji imaju oblik polinoma

Na slici 7. možemo videti originalnu i fitovanu vrednost $y[i]$, kao i izračunate vrednosti koeficijenata i MSE. Aplikacija *polynomial order* nam omogućava da izaberemo stepen polinoma. U zavisnosti od izbora stepena polinoma, zavisice MSE, kao i broj koeficijenata koji se izračunava. Ako kao primer uzmemo polinom četvrtog stepena (polje *polynomial order* ima vrednost 4), polinom ima oblik:

$$y[i] = a_0 + a_1 t[i] + a_2 t[i]^2 + a_3 t[i]^3 + a_4 t[i]^4 \quad (6)$$

Gde je $a_0 = 5.93E-1$, $a_1 = 1.46E+0$, $a_2 = -5.48E-2$... i tako dalje do a_4 . Ubacivanjem ovih koeficijenata u jednačinu (6) dobijamo jednačinu fitovane krive.

Vrednost MSE se menja promenom stepena polinoma. Za različitu vrednost stepena polinoma (npr. 5) MSE će imati malo manju vrednost, međutim potrebno je izabrati što je moguće manji stepen polinoma a da MSE bude približno konstantno, jer tako će fitovana kriva imati oblik koji više odgovara originalu.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je analiza i obrada signala, kao i fitovanje podataka u LabVIEW programskom paketu. Cilj rada je da prikaže način digitalizacije signala i greške koje se javljaju. Ovaj programski paket nam je omogućio da vidimo kako određeni parametri utiču na neke pojave. Menjali smo neke od parametara signala, kao što su frekvencija signala i frekvencija uzorkovanja i razmotrili koji je odnos neophodan između ovih frekvencija da bi se izbegla pojava aliasing efekta. Prilikom fitovanja krivih, virtualni instrumenti automatski rešavaju neophodne jednačine i vraćaju skup koeficijenata koji najbolje opisuju skup podataka. Ovakav način realizacije VI, nam omogućava da se baziramo samo na funkcionalnom opisu podataka. Generalno velika prednost ovog programskog paketa je to što su simulacije i testiranja gotovo identična sa realnim procesima.

5. LITERATURA

- [1] Josif Tomić, Milan Milovanović, "Virtualna instrumentacija primenom LabVIEW programa", FTN Grafički centar GRID, Novi Sad, 2010.
- [2] www.kelm.ftn.uns.ac.rs/literatura/mi/pdf/adc.pdf
- [3] Cory L. Clark: LabVIEW Digital Signal Processing, McGraw Hill, USA, 2005. Godina
- [4] www.tf.uns.ac.rs/omorjan/radovan_omorjan.../Dod_atak%20D.pdf

Kratka biografija:



Bojan Ilić rođen je u Zavidovićima 1986. godine. Osnovne akademske - bečelor studije završio je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroracunarska elektronika na usmerenju za Primenjenu elektroniku 2011. godine.

USE OF GLOBAL VARIANCE FOR THE ENHANCEMENT OF HMM-BASED SPEECH SYNTHESIS IN SERBIAN

Robert Mak, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, robertmak88@gmail.com

Edvin Pakoci, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, wpt.tihhy@gmail.com

Abstract – In this paper a speech synthesis system based on hidden Markov models (HMMs) in Serbian is presented, with an emphasis on the usage of global variance for enhancement of synthesized speech. When the basic technique is used, parameter trajectories of static features are over-smoothed due to statistical processing, and synthesized speech sounds muffled. On the other hand, when global variance is taken into account, it has been shown that synthesized speech sounds more natural, because there is an additional factor in a likelihood which serves as a penalty for over-smoothing.

1. INTRODUCTION

Speech, as one of the most important ways for communication between people, has been incorporated into systems for human-machine communication. Demands for high quality spoken interaction are becoming larger, calling for further advances in all areas of speech processing – automatic speech recognition, dialogue processing, speech understanding, natural language processing, speech synthesis. In this paper we focus on speech synthesis, technology that has been, for Serbian language, present for a while, however, it is based on unit selection technique, which can be used for synthesizing high-quality speech as long as units with desired prosodic attributes are present in the corpus. If that is not the case, one can hear discontinuities in synthesized speech, which negatively affects the overall impression about speech naturalness. For high-quality synthesis one usually needs large speech corpus for alleviating these problems.

Statistical synthesis methods use averaged acoustical data, which were statistically extracted from the speech corpus. Tree-based clustering improves robustness against data sparseness, because unseen models can be generated using present ones if they have similar attributes. We focus on the speech synthesis method based on hidden Markov models (HMMs), which has many advantages, such as application of techniques used in speech recognition, mathematical tractability which enables easy control over voice characteristics of synthetic speech. The HMM-based speech synthesis system (HTS) [1] was used for modeling the spectrum, excitation and duration of speech using context-dependent HMMs as well as subsequent speech waveform generation from the HMMs themselves. Using the conventional method, speech parameter trajectory from a given HMM is established so that the likelihood of the

HMM

for a parameter sequence, which includes both static and dynamic features, is maximized [2]. However, synthetic speech sounds muffled in comparison to natural speech, because statistical processing removes some of the fine details (speech parameter trajectory is close to a mean vector sequence of the HMM). This paper focuses on the possibility of overcoming this drawback using global variance (GV), which is the amount of total variance of parameters over a time sequence. Parameter generation algorithm proposed in [3] was used for generation of trajectories with GVs that are close to the natural ones. Experimental results show that this enhancement leads to an improvement of the naturalness of synthesized speech. The speech database and labels were provided by the company „AlfaNum“ [4,5], the leader in the research and development of speech technologies for the Serbian language, which has a long-standing cooperation with the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad.

2. OVERVIEW OF HMM-BASED SPEECH SYNTHESIS FOR SERBIAN LANGUAGE

In this section an overview of the speech synthesis system based on HMMs for Serbian language will be given. A more detailed description of the system is given in [6]. An overview of a typical HMM-based system for speech synthesis is given in Figure 1.

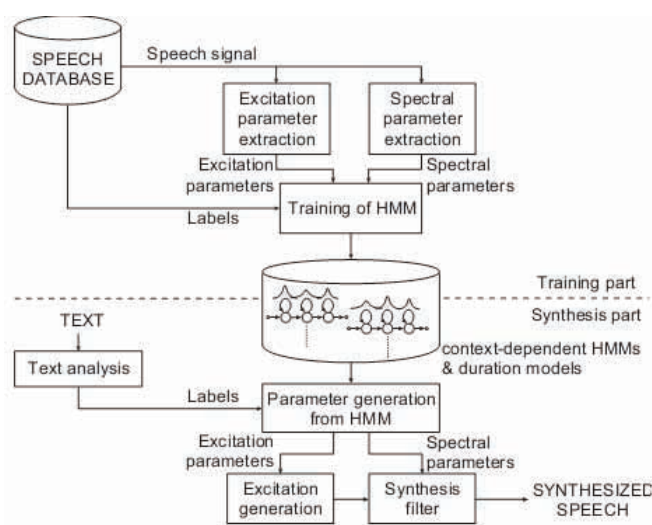


Fig.1. Overview of the HMM-based speech synthesis system ([1])

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Milan Sečujski. Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Zlatibor, jun 2012.

Two main parts are training and synthesis modules. In training phase, mel-generalized cepstral (MGC) coefficients are extracted from a speech database using mel-generalized cepstral analysis [7]. Along with them, excitation parameters are extracted (pitch). From the MGC coefficients the dynamic features are calculated (delta and delta-delta coefficients). For each frame excitation and spectral parameters are combined into a composite observation. Using all this, HMMs of all phones are trained, with context dependence taken into account. In synthesis part, after converting text into sequence of context-dependent HMMs, utterance HMMs are constructed by concatenating HMMs of the single context-dependent phones. Using a speech parameter generation algorithm, observation sequence is generated from HMMs, and speech is synthesized from spectral and estimation parameters using mel log spectral approximation (MLSA) filter. [8] Training phase was carried out in the following way. Initially, monophone set was trained, and HMMs that were obtained were cloned for every context-dependent phone in the training database. Context-dependent HMMs were reestimated using embedded Baum-Welch algorithm. After that, all states which are in the same place in HMM were hierarchically clustered, and output probability distributions within same clusters were tied, thus reducing the number of parameters and the complexity of the model, after which another Baum-Welch reestimation was done. Simultaneously with spectral and excitation parameters, duration probability distributions for each HMM state were obtained. Each state duration is modeled with one Gaussian distribution.

In the synthesis phase, the phone sequence of a given text to be synthesized is mapped to appropriate context-dependent HMMs, which are concatenated into the utterance HMM. For models not covered by training data, most similar models are used (as obtained with decision tree-based clustering), and, finally, speech parameters are generated directly from HMMs, and speech is synthesized with MLSA filter.

3. PARAMETER GENERATION ALGORITHM CONSIDERING GLOBAL VARIANCE

In the last part of training phase, non-silent global variances for each utterance are calculated. We assume a M -dimensional static feature vector

$$\mathbf{c}_t = [c_t(1), c_t(2), \dots, c_t(m), \dots, c_t(M)]^T \quad (1)$$

at frame t . GV of the static features over a time sequence is calculated by:

$$\mathbf{v}(\mathbf{c}) = [v(1), v(2), \dots, v(m), \dots, v(M)]^T, \quad (2)$$

$$v(m) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (c_t(m) - \bar{c}(m))^2, \quad (3)$$

$$\bar{c}(m) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T c_t(m). \quad (4)$$

In our experiment, GV was calculated utterance by utterance.

Let

$$\mathbf{o}_t = [\mathbf{c}_t^T, \Delta \mathbf{c}_t^T, \Delta^2 \mathbf{c}_t^T]^T \quad (5)$$

be the observation vector which consists of static (\mathbf{c}_t) and dynamic feature vectors $\Delta \mathbf{c}_t^T, \Delta^2 \mathbf{c}_t^T$, calculated by

$$\Delta \mathbf{c}_t = \frac{1}{2} (\mathbf{c}_{t+1} - \mathbf{c}_{t-1}), \quad (6)$$

$$\Delta^2 \mathbf{c}_t = \mathbf{c}_{t+1} - 2\mathbf{c}_t + \mathbf{c}_{t-1}. \quad (7)$$

The sequence vectors of \mathbf{o}_t and \mathbf{c}_t are written as:

$$\mathbf{o} = [\mathbf{o}_1^T, \mathbf{o}_2^T, \dots, \mathbf{o}_t^T, \dots, \mathbf{o}_T^T]^T, \quad (8)$$

$$\mathbf{c} = [\mathbf{c}_1^T, \mathbf{c}_2^T, \dots, \mathbf{c}_t^T, \dots, \mathbf{c}_T^T]^T. \quad (9)$$

The relationship between these two vectors can be represented in matrix form:

$$\mathbf{o} = \mathbf{W}\mathbf{c}, \quad (10)$$

where

$$\mathbf{W} = [\mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2, \dots, \mathbf{w}_t, \dots, \mathbf{w}_T]^T, \quad (11)$$

$$\mathbf{w}_t = [\mathbf{w}_t^{(0)}, \mathbf{w}_t^{(1)}, \mathbf{w}_t^{(2)}], \quad (12)$$

$$\mathbf{w}_t^{(0)} = \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{M \times M} & \dots & \mathbf{0}_{M \times M} & \mathbf{I}_{M \times M} & \mathbf{0}_{M \times M} & \dots & \mathbf{0}_{M \times M} \\ 1st & & & t-th & & & T-th \end{bmatrix}^T, \quad (13)$$

$$\mathbf{w}_t^{(1)} = \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{M \times M} & \dots & -\frac{1}{2} \mathbf{I}_{M \times M} & \mathbf{0}_{M \times M} & \frac{1}{2} \mathbf{I}_{M \times M} & \dots & \mathbf{0}_{M \times M} \\ 1st & & & t-th & & & T-th \end{bmatrix}^T, \quad (14)$$

$$\mathbf{w}_t^{(2)} = \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{M \times M} & \dots & \mathbf{I}_{M \times M} & -2\mathbf{I}_{M \times M} & \mathbf{I}_{M \times M} & \dots & \mathbf{0}_{M \times M} \\ 1st & & & t-th & & & T-th \end{bmatrix}^T. \quad (15)$$

In (13), (14) and (15) all other submatrices (that are not shown) are zero matrices.

The likelihood of a given continuous HMM λ for the observation sequence \mathbf{o} is written as:

$$P(\mathbf{o}|\lambda) = \sum_{\text{all } \mathbf{Q}} P(\mathbf{o}, \mathbf{Q}|\lambda), \quad (16)$$

$$\mathbf{Q} = \{(q_1, i_1), (q_2, i_2), \dots, (q_T, i_T)\} \quad (17)$$

represents the state and mixture sequence with (q, i) indicating the i -th mixture of state q .

In [3], the following likelihood was proposed to be maximized:

$$P(\mathbf{o}|\lambda, \lambda_v) = \sum_{\text{all } \mathbf{Q}} P(\mathbf{o}, \mathbf{Q}|\lambda)^\omega P(\mathbf{v}(\mathbf{c})|\lambda_v), \quad (18)$$

where weight ω controls a balance between two likelihoods, $P(\mathbf{v}(\mathbf{c})|\lambda_v)$ is modeled by a single Gaussian

with the mean vector $\boldsymbol{\mu}_v$ and the covariance matrix $\boldsymbol{\Sigma}_v$ in the following way:

$$P(\mathbf{v}(\mathbf{c})|\boldsymbol{\lambda}_v) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^M |\boldsymbol{\Sigma}_v|}} \exp\left(-\frac{1}{2}(\mathbf{v}(\mathbf{c}) - \boldsymbol{\mu}_v)^T \boldsymbol{\Sigma}_v^{-1} (\mathbf{v}(\mathbf{c}) - \boldsymbol{\mu}_v)\right). \quad (19)$$

The HMM $\boldsymbol{\lambda}$ and the Gaussian distribution $\boldsymbol{\lambda}_v$ are independently trained using the speech database.

The goal is to determine \mathbf{c} that maximizes the likelihood (19). Parameter generation under conventional constraint between static and dynamic features is explained in [9]. When global variance is considered, the new constraint on the GV of the generated trajectory must be taken into account. It might be viewed as a penalty term for the reduction of GV. The maximization of (19) can be done using expectation-maximization (EM) algorithm, as well as iteratively updating \mathbf{c} under the condition of determined $\hat{\mathbf{Q}}$.

The following log likelihood is maximized with respect to \mathbf{c} :

$$L = \log\left[P(\mathbf{o}, \hat{\mathbf{Q}}|\boldsymbol{\lambda})^\omega P(\mathbf{v}(\mathbf{c})|\boldsymbol{\lambda}_v)\right] \\ = \omega\left(-\frac{1}{2}\mathbf{c}^T \mathbf{W}^T \hat{\boldsymbol{\Sigma}}^{-1} \mathbf{W} \mathbf{c} + \mathbf{c}^T \mathbf{W}^T \hat{\boldsymbol{\Sigma}}^{-1} \hat{\boldsymbol{\mu}}\right) \\ - \frac{1}{2}\mathbf{v}(\mathbf{c})^T \hat{\boldsymbol{\Sigma}}_v^{-1} \mathbf{v}(\mathbf{c}) + \mathbf{v}(\mathbf{c}) \hat{\boldsymbol{\Sigma}}_v^{-1} \boldsymbol{\mu}_v + K \quad (20)$$

where K is a constant independent of \mathbf{c} . For determining \mathbf{c} , one can iteratively update it using the gradient method,

$$\mathbf{c}^{(i+1)} = \mathbf{c}^{(i)} + \alpha \cdot \hat{\boldsymbol{\delta}}^{(i)}, \quad (21)$$

where α denotes a step size parameter. Two algorithms are basically employed for calculating $\hat{\boldsymbol{\delta}}^{(i)}$ – steepest descent algorithm and Newton-Raphson method. [3]

We also applied context clustering to GV modeling. New GV models were clustered using questions involving the number of syllables, words and phrases in utterance. Questions about number of syllables and words have shown to be discriminative.

4. EXPERIMENT AND EVALUATION

We trained context-dependent HMMs for one female speaker (Snežana, 4 sessions with overall duration of 5 hours). The database was made of 2187 recorded utterances (with sampling frequency 22,050 Hz), and associated labels, created from AlfaNum's files with phonetic, linguistic and prosodic contexts and converted into HTS format using C++. There are 19 test utterance labels, which were used for synthesis and evaluation. As spectral parameters we used 35 MGC coefficients. As a source parameter, we used a log-scaled F_0 which was extracted

from a waveform. Each of the spectral and F_0 parameter vectors included static, delta and delta-delta features. Frame shift was set to 3 ms, and frame length was set to 25 ms. All models were with 4 emitting states, left to right.

The spectral part was modeled by the continuous HMM of which each state output probability density was modeled by a single Gaussian, or by a mixture of two Gaussians. For the F_0 part, multi-space probability distribution HMM (MSD-HMM) [10] was used for modeling a time sequence consisting of continuous values (log-scaled F_0 s), and discrete symbols which represent unvoiced frames. Context-dependent HMMs were constructed for each part (and each state) using a decision-tree based context clustering technique based on the minimum description length (MDL) criterion. [11] Context-dependent duration models were also trained for modeling the state duration probabilities. A Gaussian distribution for modeling probability density of the GV (for each part) was trained with GVs which were extracted from individual training utterances.

In the synthesis phase, sentence HMM was made by concatenating context-dependent HMMs. MGC sequence was generated from a resulting sequence of probability density functions. Three algorithms from [9] were employed, for output probabilities modeled with one Gaussian, two Gaussian mixtures and using semi-tied covariance matrices. In the F_0 parameter generation, firstly the unvoiced frames were determined, based on the output probability of the unvoiced symbol from the MSD-HMM. Then the F_0 parameter sequence was generated from a probability density functions sequence without including unvoiced frames. Excitation was constructed with a low-pass filtered pulse train and white noise based on the F_0 (this was done with Speech signal Processing ToolKit (SPTK) [12]). A speech waveforms were synthesized using SPTK. Also, test waveforms were synthesized using *hts_engine* tool [13]. Listening test was performed with 10 listeners. We used 10 synthesized utterances, both with and without utilizing GV. The general impression was that speech synthesized with GV showed stronger articulation of some phones (which contributed to naturalness), however, some artifacts were also introduced. In utterances without GV, such artifacts were less frequent, but speech sounded somewhat muffled.

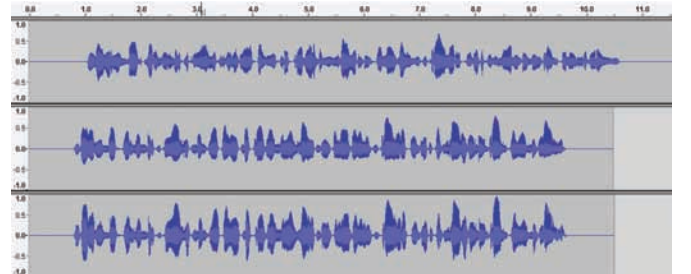


Fig.2. Waveforms of natural speech, resynthesized speech without GV, and resynthesized speech with GV

In Figure 2 waveforms of original (natural), resynthesized speech without utilizing global variance technique and resynthesized speech with global variance are shown (the *Audacity* software was used for comparison).

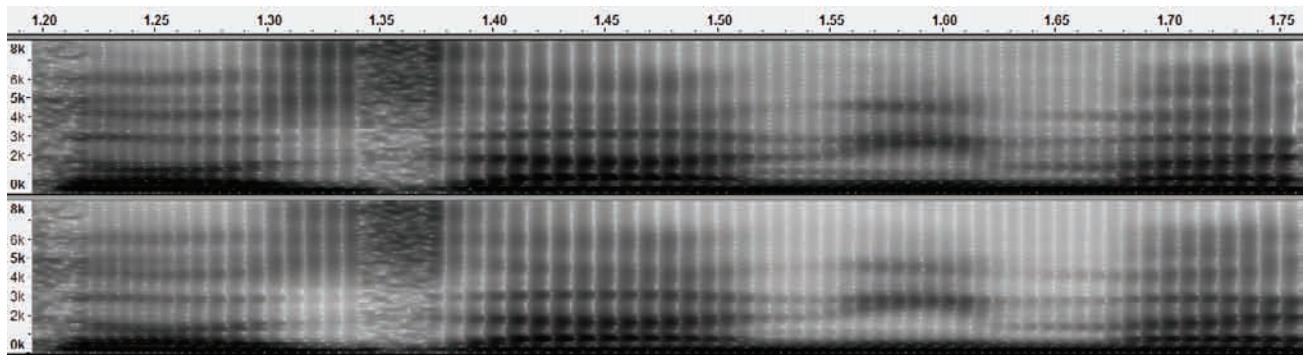


Fig.3. Spectrograms of synthesized utterances with and without using GV

State sequence was known in speech parameter generation algorithm, and one Gaussian mixture was used. The utterance (in Serbian) is “*Govorni softver za srpski jezik za slepa lica proglašen je zvaničnim pomagalom od strane Republičkog zavoda za zdravstveno osiguranje*“. Due to statistical modeling of duration (time boundaries are not needed), we can see that utterance duration doesn't need to be same as in original.

In Figure 3 spectrograms for synthesized test utterance “*Ako vas to zanima, reći ću vam*” are shown, where 2 Gaussian mixtures were used, with (upper) and without (lower) GV.

It can be seen that algorithm which uses GV produces spectral peaks sharper than those generated by conventional (without GV) algorithm. Over-smoothing effect is successfully reduced.

4. CONCLUSIONS

In our experiment the first HMM-based TTS in Serbian was constructed, and the conventional and the GV method were compared. It was shown that the method which uses GV gives better results in terms of the naturalness of synthesized speech, because a likelihood which is based not only on HMM likelihood for a parameter sequence of static and dynamic features is maximized, but also a likelihood for the GV.

However, this improved quality is still inferior to the quality achieved by the unit-selection based speech synthesizer. Progress can be made by utilizing glottal inverse filtering, and future work will be oriented in that direction.

5. ACKNOWLEDGMENTS

This experiment was supported by the AlfaNum team, which provided speech database Snežana, and labels. The whole work that led to this paper author did together with colleague Edvin Pakoci, who I wish to thank for cooperation. The author is grateful to his mentors and professors, Nikša Jakovljević, MSc, Milan Sečujski, PhD, as well as to Darko Pekar, MSc, for helpful and useful suggestions.

REFERENCES

[1] H. Zen, T. Nose, J. Yamagishi, S. Sako, T. Masuko, A. Black and K. Tokuda, *The HMM-based Speech*

Synthesis System (HTS) Version 2.0, Proc. 6th ISCA Workshop Speech Synth., pp. 294-299, August 2007.

- [2] K. Tokuda, T. Kobayashi and S. Imai, *Speech Parameter Generation from HMM Using Dynamic Features*, Proc. ICASSP, pp. 660-663, Detroit, USA, May 1995.
- [3] T. Toda and K. Tokuda, *A Speech Parameter Generation Algorithm Considering Global Variance for HMM-Based Speech Synthesis*, IEICE Trans. & Syst., vol. E90-D, no. 5, pp. 816-824, 2007.
- [4] <http://www.alfanum-global.com/> (March 26, 2012)
- [5] <http://www.alfanum.co.rs/> (March 26, 2012)
- [6] E. Pakoci and R. Mak, *HMM-based Speech Synthesis for Serbian Language*, article submitted to 56th Conference ETRAN, under review.
- [7] K. Tokuda, T. Kobayashi, T. Masuko and S. Imai, *Mel-generalized Cepstral Analysis – a Unified Approach to Speech Spectral Estimation*, Proceedings of International Conference on Spoken Language Processing, vol. 3, pp. 1043-1046, Sep. 1994.
- [8] S. Imai, K. Sumita and C. Furuichi, *Mel log spectrum approximation (MLSA) filter for speech synthesis*, Trans. IECE, vol. JGG-A, pp. 122-129 (in Japanese), 1983.
- [9] K. Tokuda, T. Yoshimura, T. Masuko, T. Kobayashi and T. Kitamura, *Speech Parameter Generation Algorithms for HMM-based Speech Synthesis*, Proc. ICASSP, pp. 1315-1318, Istanbul, Turkey, June 2000.
- [10] K. Tokuda, T. Masuko, N. Miyazaki and T. Kobayashi, *Multi-space probability distribution HMM*, IEICE Trans. Inf. & Syst., vol. E85-D, no. 3, pp. 455-464, March 2002.
- [11] K. Shinoda and T. Watanabe, *MDL-based Context-dependent Subword Modeling for Speech Recognition*, J. Acoust. Soc. Jpn. (E), vol. 21, no. 2, pp. 79-86, 2000.
- [12] <http://sp-tk.sourceforge.net/> (March 3, 2012)
- [13] <http://hts-engine.sourceforge.net/> (March 3, 2012)

Verifikacija funkcionalnosti kontrole pristupa kernela u STB preko pop-up detekcije

Sonja Vojnović, Srđan Drča, Dako Banika, Vukota Peković, Vladimir Marinković

Sadržaj — U ovom radu je opisan sistem za testiranje Set-Top Box-ova (STB) po pitanju Conditional Access Kernel (CAK) funkcionalnosti. Za ispitivanje funkcionalnosti STB je korišćen postojeći BBT sistem, uređaj za grebovanje audio i video signala i dva nova device driver-a, napravljena specijalno za ova testiranja. Predložen je način na koji se može detektovati pop-up, koji šalje specijalna smart kartica, ubačena u STB. Vrlo jednostavno i efikasno se dolazi do krajnjeg rezultata testiranja, koji pokazuje da li se pop-up javio kada se to nije očekivalo ili se nije pojavio kada se to očekivalo. Na osnovu ovoga se zaključuje da li je ispravnost STB u pogledu CAK funkcionalnosti odgovarajuća ili ne.

Ključne reči — STB, CAK, BBT, stream-ovanje i grebovanje audio-video sadržaja.

I. UVOD

S pojavom digitalne televizije, konstantno napreduje celokupan sistem koji omogućava emitovanje i prijem televizijskog signala. Unutar ovog sistema značajnu ulogu ima STB [1, 2]. STB je neophodan, kako bi se digitalni signal sa ulaza pretvorio u audio-vizuelni sadržaj, koji dalje može biti emitovan na monitoru. Kako raste broj usluga koje STB može da pruži korisniku, raste i kompleksnost samog uređaja. Što je funkcionalnost uređaja veća, to je veća i potreba za njegovim testiranjem. Jedna od značajnih funkcionalnosti STB u pogledu korišćenja preplatničke satelitske televizije je CAK funkcionalnost STB uređaja [3, 4]. Konkretno, tehnologija kontrolnog pristupa (engl. Control Access – CA) se trenutno primenjuje u Pay TV [3, 4] sistemima i stoga treba biti podržana od strane STB uređaja. To je usluga koju distributeri televizijskih kanala nude korisnicima, a zasniva se na deskremblovanju skremblovanih (sakrivenih) kanala. Naime, distributeri digitalnih televizijskih kanala uglavnom koriste CA sistem (CAS) kako bi ograničili dostupnost svojih usluga (kanala) samo na one

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 44009, od 2011. godine.

Sonja Vojnović, Autor, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: Sonja.Vojnovic@rt-rk.com).

Srđan Drča, Koautor, RT-RK Computer Based Systems, Novi Sad, Srbija (e-mail: srdjan.drca@rt-rk.com).

Dako Banika, Koautor, RT-RK Computer Based Systems, Novi Sad, Srbija (e-mail: dako.banika@rt-rk.com).

Vukota Peković, Koautor, RT-RK Computer Based Systems, Novi Sad, Srbija (e-mail: vukota.pekovic@rt-rk.com).

Vladimir Marinković, Koautor, RT-RK Computer Based Systems, Novi Sad, Srbija (e-mail: vladimir.marinkovic@rt-rk.com).

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Sonje Vojnović. Mentor je bio prof. dr Željen Trpovski.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2011.

korisnike koji su se pretplatili na te kanale. CAS je kombinacija hardverskih i softverskih komponenti u STB [3]. Ovaj sistem funkcioniše tako što posebna smart kartica, ubačena u STB korisnika, dešifruje date kontrolne reči, i kao takve ih šalje u STB, koji dalje vrši deskremblovanje skremblovanih programa.

Generalno, testiranje nekog uređaja se može vršiti ručno, ili automatski. Automatizacijom se smanjuje broj ljudi koji vrše testiranje, a samim tim se štedi novac, smanjuje vreme koje je potrebno da bi se uređaj testirao i povećava efikasnost. Kako su prednosti ovakvog načina testiranja brojne, ideja ovog rada je bila da se izvrši automatizovano testiranje CAK-a, odnosno specijalne smart kartice koja se ubacuje u STB. Testiranje je bazirano na postojećem Black-Box Testing (BBT) sistemu [2, 5]. BBT sistem posmatra uređaj kao crnu kutiju, gde se testiranje vrši tako što se upoređuju očekivani i testirani rezultati na izlazu STB, a ulazni test signal nam je unapred poznat.

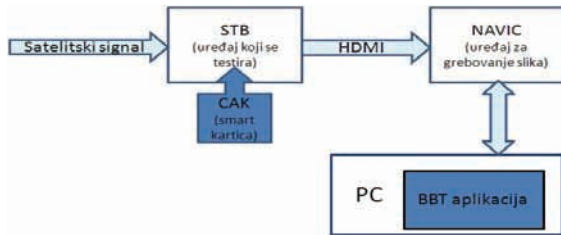
U ovom radu je predložena metoda za verifikaciju CAK funkcionalnosti STB koji se oslanja na BBT aplikaciju za testiranje. Predložena metoda za testiranje je realizovana u vidu dva nova device driver-a za periodično grebovanje slika i detekciju pop-up-a od strane STB uređaja koji se testira. Kako STB daje signal na izlazu, koji prikazuje poruke koje smart kartica šalje u vidu pop-up-a, ideja u radu je bila da se na osnovu detektovanog pop-up-a odluči da li je CAK funkcionalnost ispravna ili ne. Konkretno, verifikacija CAK-a u STB se svodi na detektovanje pop-up-a i poređenje vremena pojavljivanja detektovanog pop-up-a sa vremenskim intervalom u kome se očekivalo da se pop-up pojavi. Radi evaluacije sistema za predloženu funkcionalnu verifikaciju STB (u radu korišćen *Kathrein* STB [6]) doveden je satelitski signal (DVB-S [7]) sa određenim stream-om. U STB je ubačena smart kartica proizvođača *Irdeto* [8]. Sa STB je, HDMI kablom, povezan uređaj za grebovanje audio i video signala (NAVIC) [9].

U sledećem delu teksta (poglavlje II.) je opisan sam sistem za testiranje STB po pitanju CA funkcionalnosti. Nakon opisa algoritma za detekciju pop-up-a (poglavlje III.), dati su krajnji rezultati testiranja (poglavlje IV.). Na samom kraju, u V poglavlju, dat je zaključak.

II. OPIS SISTEMA ZA TESTIRANJE STB PO PITANJU CAK FUNKCIONALNOSTI

Generalna šema predloženog sistema za funkcionalnu verifikaciju STB u pogledu CAK funkcionalnosti je

prikazana na Slici 1. Kao što se vidi sa Slike 1, DVB-S signal se šalje na ulaz STB koji se testira, dok se preko NAVIC uređaja grebuje video signal i analizira na PC-ju u okviru BBT aplikacije. BBT aplikacija kontroliše hardverske i softverske module testiranog sistema. Osnovni moduli ovog sistema su: (i) uređaj koji se testira (STB); (ii) smart kartica, koja se ubacuje u STB; (iii) uređaj za grebovanje slike i zvuka; (iv) kompjuterska stanica na kojoj se izvršava BBT aplikacija, iskorišćena za funkcionalno testiranje.



Slika 1. Blok šema sistema za testiranje STB po pitanju CAK funkcionalnosti.

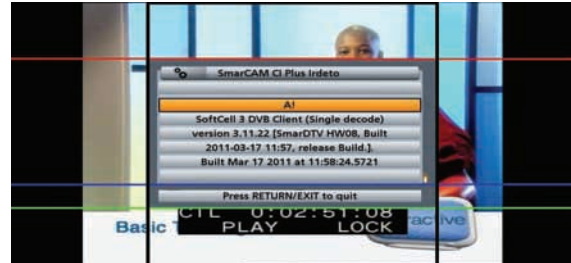
Centralni deo sistema predstavlja uređaj koji se testira. U ovom slučaju, to je STB marke *Kathrein* na čiji se ulaz dovodi DVB-S signal. Ubacivanjem smart kartice u STB uspostavlja se komunikacija STB sa tom karticom. Na njoj se nalazi čip, a na njemu "ključ" za dekodovanje određenog kanala, dobijenog preko satelitskog signala. Na taj način STB može dešifrovati skremblovan kanal i na svom izlazu dati video signal, čiji se sadržaj dalje emituje na ekranu.

Za potrebe testiranja, video signal iz STB se šalje preko HDMI kabla na drugi uređaj (NAVIC), koji grebuje, odnosno snima slike. Slike koje se ugrebuju sa datog izlaznog video signala se dalje obrađuju, vrši se pop-up detekcija i poređenje vremena detekcije sa vremenskim intervalom u kome se očekuje pop-up.

Realizovani device driver za periodično grebovanje slika je nazvan *multiple periodical capturing device driver* (MPCDD) i omogućava da se preko NAVIC uređaja preuzimaju grebovane slike periodično, sa vremenskim intervalom T , u nekom širem vremenskom intervalu određenom testnom aplikacijom. Za ovu vrstu testiranja STB se pokazalo da je dovoljno ugrebovati po jednu sliku svakih jedan sekund, tj. $T=1s$. Prilagodljivost MPGDD čini ga pogodnim za upotrebu i prilikom drugih vrsta testiranja STB. Za testiranje nekog drugog STB, sa drugom smart karticom i drugačijim signalom koji se dovodi na STB, dovoljno je, po potrebi, promeniti vrednosti promenljivih unutar device driver-a. Tada bi NAVIC snimio onoliko slika koliko je naznačeno u opisanom device driver-u. Sve snimljene slike se automatski smeštaju u određen folder.

Nakon grebovanja, snimljene slike se uzimaju iz foldera u kome su sačuvane i dalje se obrađuju. Napisan je *pop-up device driver* (PPDD), za potrebe detektovanja poruka koje smart kartica šalje u vidu pop-up-a. Unutar

ovog device driver-a se vrši i poređenje očekivanih rezultata sa onim što dobijamo kao rezultat detekcije pop-up-a na slici. Tačnije, poredi se vreme detekcije pop-up-a sa vremenskim intervalom u kome se pop-up očekuje.

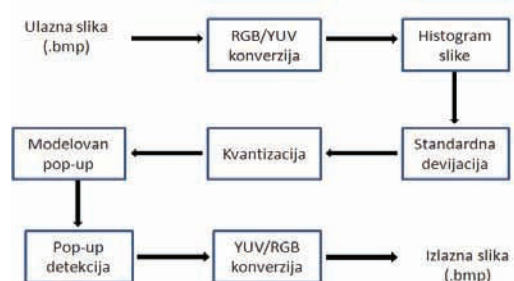


Slika 2. Slika sa pop-up-om.

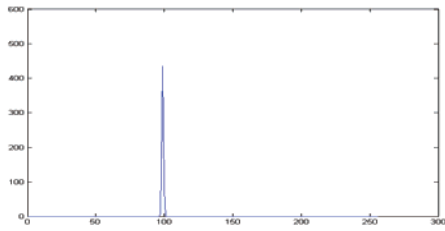
Ulazni parametri su grebovane slike, koje se zatim, jedna po jedna, učitavaju i nad njima se vrši detekcija pop-up-a. Slika 2 je ugrebovana u trenutku kada je na stream-u iskočio pop-up i data je kao primer na kome se vidi kako izgleda pop-up koji se javlja prilikom ovih testiranja. On je uvek iste širine, dok je visina promenljiva.

III. OPIS ALGORITMA ZA DETEKCIJU POP-UP-A

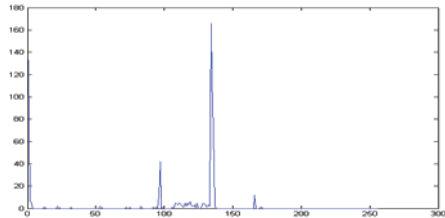
Osnovna ideja algoritma za detekciju pop-up-a, unutar PPDD-a, jeste da se iskoristi sličan izgled pop-up-ova koji iskaču na izlazu iz STB, kada se on pobudi određenim stream-ovima puštenim preko satelitskog signala (DVB-S). Ideja je da se pop-up na neki način modelira, uzimajući u obzir njegove generalne odlike, kao što su horizontalne i vertikalne ivice pop-up-a, kao i sam sadržaj pop-up-a. Šema predloženog algoritma za detekciju pop-up-a je prikazana na Slici 3. Kao što se vidi na datoj slici, ulazna slika se prvo konvertuje iz RGB formata u YUV model boja. Potom se vrši određivanje histograma za svaku horizontalnu liniju unutar oblasti označene vertikalnim crnim linijama oko pop-up-a (Slika 2). Na osnovu izračunatog histograma se može uočiti razlika između oblasti sa tekstualnim sadržajem unutar pop-up-a i oblasti u kojoj nema teksta. Na Slici 4 i Slici 5 su prikazani histogrami za različite linije unutar pop-up prozora.



Slika 3. Koraci algoritma.



Slika 4. Histogram u prvom redu pop-up-a (po horizontali).



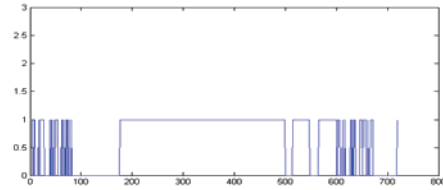
Slika 5. Histogram jednog reda unutar pop-up-a (po horizontali).

Dalje se određuje standardna devijacija za izračunate histograme. Mala standardna devijacija odgovara horizontalnim linijama bez teksta, a velika standardna devijacija odgovara linijama sa tekstualnim sadržajem. Takođe, oblast na slici izvan pop-up-a, može da ima horizontalne linije sa i bez teksta. Standardna devijacija se u ovom algoritmu koristi kako bi se modelovao pop-up, pa se to dalje može iskoristiti za njegovu detekciju. Na Slici 6 su prikazane kvantizovane vrednosti standardne devijacije urađene za označenu oblast na Slici 2. Nula odgovara horizontalnim linijama bez teksta, a jedan odgovara linijama koje sadrže neki tekst. Model pop-up-a za specijalan slučaj *Kathrein* STB (primer takvog pop-up-a je dat na Slici 2) je prikazan na Slici 8. U predloženom algoritmu, prilikom modelovanja pop-up-a, svaka vrednost standardne devijacije koja prelazi odgovarajući prag je postavljena na 1, a sve vrednosti ispod tog praga su postavljene na 0. Testiranjem je eksperimentalno utvrđeno da taj prag iznosi 10.

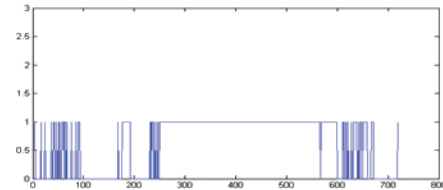
Posmatrajući detektovan pop-up (Slika 2), može se zaključiti da je vrednost piksela na horizontalnim ivicama pop-up-a relativno konstantna. Iste vrednosti se mogu očekivati i u par linija unutar pop-up-a, tako da će histogram u 155. redu na slici (crvena horizontalna linija na Slici 2) izgledati kao na Slici 3. Slične vrednosti će pokazati i histogram izračunat za 500. i 555. red u slici (plava i zelena horizontalna linija na Slici 2). Vrednosti standardne devijacije u linijama koje ne sadrže tekst će biti manje nego u linijama sa tekstualnim sadržajem, pa će se i histogrami tih linija znatno razlikovati (vidi razliku između Slike 4 i Slike 5).

Slika 6 prikazuje kvantizovanu standardnu devijaciju slike sa pop-up-om i nekom pozadinom (Slika 2), dok je na Slici 7 predstavljena standardna devijacija iste te slike, ali bez pop-up-a. Na apscisi, na Slici 6 i Slici 7, su označene linije slike po vertikali, a na ordinati se nalaze kvantizovane vrednosti standardne devijacije za

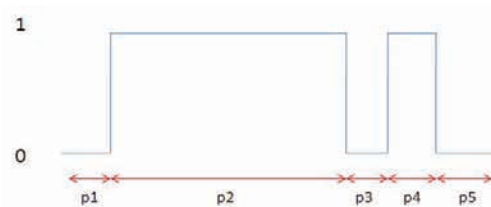
svaki red u slici (Slika 2 ima dimenzije 1280 x 720 piksela).



Slika 6. Standardna devijacija urađena za Sliku 2.



Slika 7. Standardna devijacija za istu sliku prikazanu na Slici 2, ali bez pop-up prozora.



Slika 8. Pop-up modelizovan preko standardne devijacije.

Kao što se vidi na Slici 8, pop-up prozor se može adekvatno modelovati kvantizovanim vrednostima standardne devijacije. Posmatrajući različite pop-up-ove (za slučaj *Kathrein* STB) i vrednosti standardne devijacije za svaku liniju unutar pop-up-a, kvantizovan model pop-up prozora može biti podeljen u nekoliko segmenata. Na početku svakog pop-up-a se nalazi 15 horizontalnih linija bez tekstualnog sadržaja, tako da će prvi segment uvek imati širinu $p1 = 15$, a kvantizovana vrednost standardne devijacije će biti jednaka 0. Drugi segment, $p2$, odgovara unutrašnjosti pop-up-a i može da sadrži različit broj linija sa i bez teksta, pa se ne zna tačno kada će kvantizovana vrednost standardne devijacije pasti na 0. Širina ovog segmenta nije fiksirana, ali je uvek veća od 80. Posle drugog segmenta (posle plave horizontalne linije označene na Slici 2) počinje segment $p3$, koji je uvek fiksiran. Njegova širina je 18, a kvantizovana standardna devijacija odgovara 0. Četvrti segment je takođe fiksiran ($p4 = 20$) i u ovom segmentu vrednost kvantizovane standardne devijacije skače na 1. Na kraju pop-up-a, poslednjih 15 linija, nikada ne sadrže tekst, pa je segment $p5$ uvek postavljen na 0 i ima širinu 15. Ovako modelovan pop-up prozor olakšava postavljanje uslova za detekciju pop-up-a unutar opisanog algoritma.

IV. REZULTATI TESTIRANJA

Eksperimentalna postavka, za evaluaciju predloženog sistema za STB verifikaciju u zavisnosti od CAK funkcionalnosti, uključuje odgovarajuće test stream-

ove, STB i smart karticu. Proizvođači STB i smart kartice daju i odgovarajuću specifikaciju u kojoj je, za svaki vremenski interval tokom emitovanja video stream-a, naznačeno da li se očekuje ili ne očekuje pojavljivanje pop-up prozora. Na osnovu te specifikacije znaju se očekivani rezultati, koji se dalje porede sa dobijenim, krajnjim rezultatima testiranja predložene CAK funkcionalnosti. Ukoliko je pop-up detektovan, algoritam opisan u prethodnom poglavlju kao krajnji rezultat vraća *true*, a u suprotnom, krajnji rezultat pop-up detekcije je *false*.

Nakon izvršavanja testa, može se proveriti da li je testiranje bilo uspešno ili ne. Na Slici 9 su prikazani mogući rezultati testiranja. Moguća su tri različita odgovora sistema: (i) *Pass* – označava da je testiranje zadovoljilo očekivanja testa; (ii) *Fail* – označava da ispitivanje nije zadovoljilo kriterijume testa; (iii) *Inconclusive* – označava da se, iz nekog razloga, ne mogu odrediti rezultati testa. Ukoliko je pop-up detektovan na slici, a u specifikaciji koju proizvođač daje je naznačeno da se u tom vremenskom intervalu očekuje pop-up, sistem će vratiti *Pass*. Takođe, sistem će vratiti *Pass* ako pop-up nije detektovan, a u specifikaciji piše da se u tom vremenskom intervalu i ne očekuje. U suprotnom, ukoliko se dobijeni i očekivani rezultati testiranja ne poklapaju, sistem će vratiti *Fail*.

No.	Test Name	Result	Time
1	popad	PASS	16.09.2011,09:31:52
2	popup	PASS	16.09.2011,09:32:06
3	popup	PASS	16.09.2011,09:32:54
4	RT-AV101	PASS	16.09.2011,09:33:10
5	OCRTestExample	PASS	16.09.2011,09:33:28
6	PBCTestExample	INCONCLUSIVE	16.09.2011,09:33:33
7	PBCTestExample	INCONCLUSIVE	16.09.2011,09:33:35

Slika 9. Prikaz uspešnosti izvršavanja testova.

Opisani sistem za ispitivanje STB po pitanju CAK funkcionalnosti još uvek nije dovoljno robustan za sve vrste testiranja. U otprilike 95 % slučajeva testiranje je izvršeno uspešno. U preostalih 5 % slučajeva do greške je došlo zbog nemogućnosti fiksiranja veličine segmenta p2 sa Slike 8. Naime, u zavisnosti od izgleda pop-up-a, razlikuje se broj horizontalnih linija sa i bez teksta. Zbog toga je nemoguće odrediti u kojoj će tačno liniji kvantizovana vrednost standardne devijacije pasti na 0, pa je teže postaviti uslov u samom algoritmu za detekciju pop-up-a. Ukoliko se uslov za segment p2 postavi tako da se u tom delu slike, ako je pop-up detektovan, može očekivati 0 ili 1 kao vrednost kvantizovane standardne devijacije, greške prilikom detekcije pop-up-a će biti minimalne.

V. ZAKLJUČAK

Predloženi sistem se zasniva na dva specijalno dizajnirana *device driver*-a i sadrži novi algoritam za detekciju pop-up-a. Opisani algoritam je uključen u proces testiranja kako bi se omogućila detekcija poruke

(pop-up-a) koju smart kartica šalje. Na taj način je omogućeno efikasno i automatizovano testiranje, kao i funkcionalna verifikacija CAK-a u različitim STB.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 44009, od 2011. godine.

LITERATURA

- [1] Greg Bartlet, "Digital set – top boxes in IEEE 1934 home entertainment", Electronics Engineer, June 2000.
- [2] *Black Box Testing*, RT-RK, www.bbt.rs.
- [3] M. Zheng and S. Zheng, "A common smart-card-based conditional access system for digital set-top box," *IEEE Trans. Cons. Elec.*, vol. 50, no. 2, pp. 601-605, May 2004.
- [4] Shyh-Yih Wang and Chi-Sung Lai, "Efficient Key Distribution for Access Control in Pay-Tv Systems", *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol 10, No 1, April 2008.
- [5] Dušica Marijan, Vladimir Zlokolica, Nikola Teslić, Vukota Peković, Tarkan Teckan, "Automatic Functional TV Set Failure Detection System", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 56, No. 1, FEBRUARY 2010.
- [6] *Kathrein Set-Top Box*, <http://www.kathrein.de/>.
- [7] Walter Fischer, "Digital Video and Audio Broadcasting Technology: A Practical Engineering Guide (Signals and Communication Technology)", Springer; second edition, November 19, 2010.
- [8] *Irdeto access*, <http://www.irdeto.com/>.
- [9] Network Attached Video Capture device – NAVIC RT-AV100, <http://www.rt-rk.com/audiovideo-capture-devices/navic>.

ABSTRACT

This paper proposes a novel approach and system for functional verification of the Set-Top Boxes (STB) related to Conditional Access Kernel (CAK) functionality. The proposed solution is built on already existing BBT testing system with supporting audio-video capturing device, in the form of two newly developed functional device drivers. Since the CAK functionality, within the STB with a smart card, can be monitored via pop-ups at the output, the idea of the proposed methodology is to detect pop-up in the output video signal and conclude from it about STB functionality. For this purpose a novel algorithm for pop-up detection has been developed. Specifically, given the specially designed input test sequences and special STB state conditions, the pop-up window is invoked at particular time instance. The reference a priori known appearance of the pop-up window in the output of STB is compared to the detected pop-up from the STB output. Based on this comparison, in specific time intervals, a decision is made about the STB functionality in terms of CAK functionality. The experimental results of the proposed system performance have shown that the testing system is accurate and robust, provided a rough pop-up window model is given in advance or manually developed.

CONTROL ACCESS KERNEL FUNCTIONALITY VERIFICATION IN SET-TOP BOXES VIA POP-UP DETECTION

Sonja Vojnovic, Srdjan Drca, Dako Banika, Vukota Pekovic, Vladimir Marinkovic

SAVREMENI STANDARDI U OBLASTI KABLOVSKE DISTRIBUCIJE TV I INTERNET SIGNALA**MODERN STANDARDS IN CABLE DISTRIBUTION OF TV AND INTERNET SIGNALS**Dejan Bogdanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu ukratko su opisani problemi i izazovi sa kojima se susretala analogna televizija, navedene su prednosti kablovske televizije kao i nove usluge koje se nude. Objasnjen je DVB-C2 standard i njegova prednost u odnosu na IPTV. Objasnjena je kablovska mreža i pokazano je kako kablovska televizija funkcioniše u praksi.

Abstract – This paper briefly describes the problems and challenges with analog television, shows the benefits of cable television and new services that are offered. DVB-C2 standard is explained as well as its advantage over IPTV. Cable network is explained and cable television practice is described.

Ključne reči: Kablovska televizija, DVB-C2 standard, kablovska mreža

1. UVOD

Od 1939. godine i Svetskog sajma, na kojem je predstavljen prvi komercijalni TV prijemnik, televizija polako zamenjuje radio kao osnovni izvor elektronskih informacija. Tokom 40-ih i 50-ih godina razvijaju se crno-beli TV standardi a revolucija se događa krajem 50-ih, pojavom televizije u boji i video trake. Razvoj tranzistora i integralnih kola 70-ih godina omogućuje prelaz analognog u digitalni signal, što je i početak kraja prenosa slike kakav danas poznajemo.

Radio-frekvencijski spektar je prirodni i ograničeni resurs. Emitovanje (radio i televizija) je samo jedna od usluga koja koristi ovaj spektar. Jedan deo spektra radio-frekvencija je dodeljen televiziji i podeljen je na kanale. Radio talasi, naravno, ne poznaju granice država. Prvi veliki dogovor o korišćenju frekvencije kako bi se izbeglo ometanje postignut je u 1961. godine na konferenciji u Stokholmu.

Potrebe za radio-frekvencijskim spektrom dodeljenim televizijskim uslugama su značajno porasle. Svaka zemlja je došla do tačke gde dodavanje novih TV usluga nije moguće jer su svi radio-frekvencijski kanali (koji su dodeljeni svakoj zemlji) već iskorišćeni. Zahvaljujući napretku u digitalnoj tehnologiji, efikasna kompresija audio i video signala i digitalnog emitovanja postala je izvodljiva.

Došlo se do zaključka da se jedan radio-frekvencijski kanal može koristiti za prenos više od jednog TV programa (kao što je slučaj kod analognim emitovanjem). Tako je nastao DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial)

NAPOMENA:

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

koji podrazumeva emitovanje multipleksa, tj. paketa različitih usluga.

2. PREDNOST DIGITALNE TELEVIZIJE

Mogućnosti digitalne televizije uključuju:

- Znatno poboljšane mogućnosti prijema uz uklonjen problem višestruke slike i ostalih grešaka u prenosu.
- 16:9 rezoluciju slike, slično rezoluciji koja se koristi u bioskopima.
- Televiziju standardne rezolucije (SDTV).
- Zvuk visokog kvaliteta.
- Elektronski programski vodiči (EPG).
- Poboljšanja programa u smislu dodatnih uglova pogleda kamere npr. na sportskim takmičenjima, statistika o igračima, ili dodatnih informacija o segmentu zabavnog programa.
- Televizijske kuće će biti u mogućnosti da emituju više od jednog programa u slučaju da se neki događaji (npr. utakmice) produže izvan predviđenog vremena i na taj način će gledaoci imati mogućnost da gledaju produženi sportski program ili da se odluče za neku drugu emisiju zakazanu za taj termin.
- Postojeće mogućnost ponude interaktivne televizijske usluge ili prenos podataka, uključujući odabrane internetske usluge, kao i mogućnost on-line kupovanja.
- Radio programe

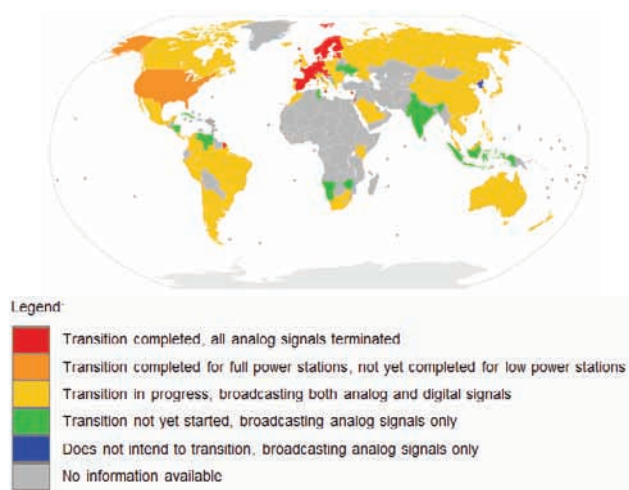
Channel	Time	Program Name
OBN Bosna	22:00-23:50	OBN World Dance Star Show 2010
DSF	22:45-00:00	Pikado
Travel chan...	23:00-00:00	Julianova in Camilina odisejda po...
Telemach in...		podatki niso na voljo
SLO 1	22:45-23:15	Poročila, Vreme, Sport
SLO 2	22:05-23:30	Obiskovalci v Ameriki
SLO 3	22:10-01:05	Mednarodna obzorja: Daytonka kr...
BBC World		podatki niso na voljo
HTV 1	20:55-23:30	Bitka za Alamo
HTV 2	23:05-23:40	Zakoni

Slika 1. *Elektronski programski vodič***3. KABLOVSKA TELEVIZIJA**

Kablovska televizija je sistem koji služi za dopremanje televizijskih programa gledaocima. Signal se prenosi preko koaksijalnih kablova ili kroz optička vlakana koja se nalaze na delu trase do pretplatnika. U klasičnoj TV signal se emitovao kroz slobodan prostor, putem radio talasa. Za prijem signala bila je potrebna televizijska antena.

Kablovski sistem može da prenosi i signal FM radija, Internet velike brzine, telefonski signal, kao i slične netelevisijske usluge. Glavna razlika jeste razlika u frekvencijama koji se koriste.

Kablovska televizija je najviše zastupljena u Severnoj Americi, Evropi, Australiji i istočnoj Aziji, iako je prisutna i u mnogim drugim zemljama, uglavnom u Južnoj Americi i na Bliskom Istoku. U Africi je imala slab uspeh jer nije isplativo postavljanje kablova u slabo naseljenim oblastima. Umesto toga, koriste se takozvana „bežična kablovska“ ili sistemi bazirani na mikrotalasima.



Slika 2. Prelazak na digitalnu kablovsku televiziju

4. DVB-C2

Poslednjih godina, zahtevi kupaca za sofisticiranim multimedijalnim aplikacijama značajno su porasli. U portfelj usluga kablovskih operatera uključeni su širokopoljasni Internet peerovi koji pružaju još veće brzine koje prevazilaze 100 Mbit/s, kao i nove TV usluge kao što su televizija visoke rezolucije (HDTV), Back-up TV, Video on Demand (VOD) i druge interaktivne TV usluge. Obezbeđivanje svih ovih usluga uporedo preko CATV mreža velikom broju kupaca zahteva dostupnost modernih infrastruktura koje podržavaju prenos i emitovanje širokopoljasnih servisa i zahtevaju veliki kvalitet usluga (QoS – Quality of Service).

Takođe, kontinuirani prenos tradicionalnih usluga i analogne TV posebno zatražen je od kablovskih klijenata uglavnom zbog pružanja kompatibilnih usluga koje mogu koristiti drugi i treći televizor u domaćinstvu, bez ikakve potrebe za promenama hardvera.

Prenosni sistemi koji su trenutno raspoređeni u HFC mrežama, odnosno DVB-C i DOCSIS, koriste tehnike fizičkog sloja koje su izmišljene 1994. godine i ranije. Njihove trenutne aplikacije ne mogu biti konfigurisane da podrže digitalne transmisije sa povećanom spektralnom efikasnošću.

Zbog toga su se operateri obratili DVB projektu sa zahtevima da se pokrene razvoj novog fizičkog sloja i da se specificira (detaljno opiše) tehnologija signalizacije donjeg (nižeg) sloja zasnovana na komercijalnim zahtevima. Ti zahtevi su raspoređeni u četiri kategorije:

1. Opšti zahtevi
2. Zahtevi performansi i efikasnosti
3. Zahtev backwards kompatibilnosti (kompatibilnosti sa prethodnim generacijama uređaja)
4. Zahtevi interaktivnih sistema

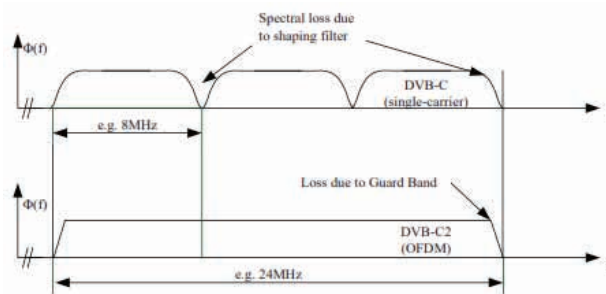
4.1. Ključne osobine DVB-C2

Iako je DVB-C transportni strim (TS – *Transport Stream*) još uvek najkorišćeniji protokol u digitalnom emitovanju, DVB-C2 podržava TS, bilo koje paketicirane i kontinualne ulazne formate kao i takozvanu enkapsulaciju generičkog strima (GSE – *Generic Stream Encapsulation*). Svi ulazni strimovi su multipleksirani u format frejma propusnog opsega. Forward Error korekcija (FEC) koristi se u ovim Baseband frejmovima.

U skladu sa drugim DVB-X2 sistemima, DVB-C2 koristi kombinaciju LDPC i BCH kodova, što je veoma jak FEC koji obezbeđuje oko 5 dB poboljšanja odnosa signal/šum (SNR – *Signal-to-Noise Ratio*) u odnosu na DVB-C. Ključna osobina DVB-C2 jeste kombinacija fleksibilnosti i efikasnosti.

Očekuje se da će, s jedne strane, razvoj DVB-C2 povećati downstream kapacitet kablovskih mreža za 30%, a optimizovanih mreža do 60%. S druge strane, DVB-C2 će dozvoliti mrežnim operaterima da iskoriste raspoložive frekvencijske resurse na fleksibilniji način i dozvolice uvođenje poboljšanih usluga i većih cevi, uključujući podršku IP baziranim transportnim mehanizmima.

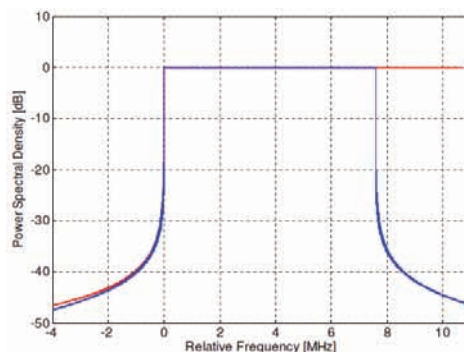
Jedan od glavnih ciljeva DVB-C2 specifikacije jeste povećanje spektralne efikasnosti. DVB-C2 postiže ovaj cilj upotrebom LDPC kodova u kombinaciji sa višim QAM mapiranjima i primenom OFDM-a.



Slika 3. Dobitak ostvaren OFDM-om

Spektralna gustina snage idealnog DVB-C2 signala za propusno opseg od 7,61 MHz i 450 MHz skoro preklapa frekvencijsku ivicu signala (sa leve strane). Stoga, za signale širine 7,61 MHz, kao i za signale širine 450 MHz, biće dovoljan zaštitni opseg od približno 200 kHz.

Prema tome, spektralni gubitak je značajno smanjen za šire OFDM signale. Ukupni spektralni gubitak za DVB-C2 signal od 32 MHz (na primer, 5 slajseva podataka od 6,4 MHz) iznosi samo 3,25% dok kod DVB-C iznosi 15%.



Slika 4. Idealni spektar gustine snage DVB-C2 signala

5. MREŽA

Mreža obezbeđuje mogućnost transporta i distribucije kako bi se DVB-C2 i drugi signali pružili brojnim korisničkim prijemnicima. Osim prenosa signala, mreža će dodati izobličenja signala kao što su termalni šum od pojačala, eho i proizvode intermodulacije koji su povezani sa nelinearnim ponašanjem pojačala i optičkih predajnika. Kako bi garantovalo dobre usluge, učitavanje mrežnog opterećenja i opterećenja kompozitnog signala treba da budu projektovani za dovoljno jak nivo signala i odgovarajući nizak nivo distorzije signala za signale i u svim domaćinstvima.

Dizajn mreže, opterećenje signala i kvalitet signala rezultat su poslovnih kompromisa usmerenih na najekonomičnije pružanje emitovanja i narrowcast usluga. Rezultat ovog kompromisa jeste maksimizacija mrežnog opterećenja u zavisnosti od broja nosilaca i nivoa signala. U praksi je opterećenje mreže ograničeno nelinearnim karakterom aktivnih komponenti: mreža će biti funkcionalna sve dok aktivne komponente ne budu bile blizu preopterećenja.

5.1 Komponente mreže

Mreža se sastoji od ansambla aktivnih komponenti, splitera, multitafova, vlakana i koaksijalnih kablova koji povezuju head end DVB-C2 predajnika i DVB-C2 prijemnik u korisničkom domu. Mreža može biti podeljena na operatorski deo mreže i korisnički deo mreže koji se završava utičnicom u korisničkom domu. Ona predstavlja demarkacionu tačku oba domena. S operatorove tačke gledišta, utičnica u zidu smatra se sistemskim izlazom. Operator će garantovati minimalni kvalitet signala doveden na sistemski izlaz.

Po pravilu, operator će isporučiti signal sa dovoljnom ali ograničenom razlikom u zavisnosti od nivoa signala, odnosa signal-šum i eha u prenosu signala u korisnikovom domu. Ta razlika je poslovni izbor operatera. Operatori mogu isporučiti signal visokog kvaliteta koji omogućava pasivnu distribuciju po kući do mnogih prijemnika kao što su analogni TV setovi, set-top boksevi (STB), integrisana digitalna TV (IDTV) i kablovski modemi.

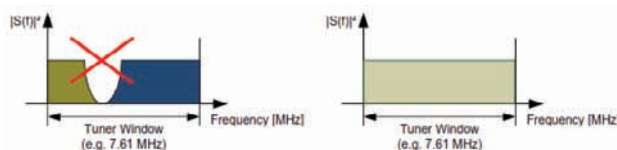
Operatorski deo mreže trebalo bi da bude izgrađen i održavan tako da svi signali u svim domovima imaju odgovarajući nivo signala.

Kućna korisnička mreža može varirati od jednog koaksijalnog kabla koji direktno povezuje korisnički prijemnik koji može biti analogni TV set, STB, IDTV ili kućni gejtvaj, do produžene koaksijalne mreže sa tačkom grananja i koaksijalnim kablovima do drugih soba sa ili bez pojačala. Instalacije i komponente mogu varirati od siromašnih do visokog kvaliteta. Najčešće se koriste kabliranje i konektori sa inferiornim oklopom i omski spliteri lošeg kvaliteta. Koaksijalni kablovi nisu uvek konektovani za port prijemnika ili pravilno prekinuti sa impedansom od 75 Ω . Često je kumulativno slabljenje splitera i koaksijalnih kablova dosta visoko. Nivo i kvalitet signala posebno se mogu pogoršati u siromašnim kućnim mrežama.

6. DETEKCIJA SPEKTRA

Detekcija spektra je potrebna da bi se pravilno podesio DVB-C2 signal. Kako bi mogao da dekodira kompletan drugi deo L1 signalizacije, prijemnik mora biti u stanju da

primi najmanje 7,61 MHz (ili 5,71 MHz u 6 MHz modu) jednog DVB-C2 signala. Posebno se zahteva da prijemnik ne pokušava da dekodira drugi deo L1 signalizacije dva odvojena DVB-C2 signala. Pored toga, prijemnik ne bi trebalo da pokušava da dekodira ni određeni deo signala koji sadrži širokopoljasne notchewe.



Slika 5. Princip detekcije spektra, lažni spektar (leva strana) i ispravni spektar (desna strana)

Jedno od sredstava za prevazilaženje ovog problema jeste primena detekcije spektra. Slika 5. prikazuje ovaj pristup. Levi spektar ima frekvencijsku oblast u kojoj se ne prenosi energija. Zbog toga ovaj signal sadrži širokopoljasni notch ili je prijemnik podešen na dva različita signala. Shodno tome, prijemnik nije pronašao ispravni spektar i treba se podesiti na drugu frekvenciju.

Ispravno podešavanje prikazano je na slici desno. Spektar ne sadrži nikakve širokopoljasne notchewe. Samim tim signal može biti validan DVB-C2 signal i prijemnik može nastaviti proces sinhronizacije. Međutim, mora se pomenuti da ovaj signal po prirodi može sadržati uskopojasne notchewe, koji se mogu postaviti u svakom validnom prozoru tjunera. Zbog toga će prijemnik notchewe tretirati kao DVB-C2 signal.

8. KABLOVSKA TELEVIZIJA U PRAKSI

8.1 Kablovska televizija u Švajcarskoj

Primer zemlje koja je potpuno digitalizovala televiziju biće Švajcarska. Oni su svoju teritoriju pokrili optikom pomoću 2 optička prstena (koji se kasnije granaju praveći manje krugove) od kojih svaki šalje signal jednom s leva na desno a drugi put s desna na levo. Time se postiže da, ukoliko dođe do prekida u jednom smeru, signal stigne do odredišta drugim smerom. Sam prsten prolazi kroz veće gradove. Kod svakog grada se pravi izlaz iz prstena – stanica za taj grad i okolna mesta. Pošto se kroz glavni prsten šalju nacionalni signali, u stanici se dodatno ubacuju lokalni signali za potrebe stanovništva koje tu živi. Preslikano na Srbiju to bi značilo da se glavnim prstenom šalje signal RTS-a i ostalih programa sa nacionalnom frekvencijom dok bi se u Novom Sadu ubacio signal RTV za teritoriju Vojvodine a signal Delta televizije samo za područje Novog Sada. Svaka stanica poseduje alarm koji se aktivira pri kvaru. One se takođe kontrolišu s tim što se glavnije (veće) stanice kontrolišu češće. Gleda se da se kvar otkloni noću ili rano ujutru, kada je saobraćaj najmanji, da bi što manje korisnika bilo oštećeno.

Od stanice u gradu do određenog sela tj. čvora u selu signal takođe putuje optikom a odatle nastavlja koaksijalnim kablom. Gleda se da čvor bude negde na sredini sela kako bi mogli svi korisnici da budu priključeni. Za sada je na jedan čvor priključeno oko 1000 korisnika ali se teži da se broj čvorova poveća na 3-4 a broj korisnika po čvoru smanji na 250. Razlog je povećanje broja digitalnih signala što dovodi do smanjenja razmaka između korisnog signala i šuma (o

čemu će kasnije biti reči). Zbog toga su potrebni manji čvorovi, kako se signal ne bi degradirao.

Glavni ormarić, koji se nalazi na mestu gde je optički čvor, kao i cela mreža, napaja se naponom od 230 V iz gradske mreže. Ukoliko dođe do prekida, aktivira se UPS dok se kvar ne otkloni. U glavnom ormariću se napon smanjuje na 50 ili 60 V i njime se napajaju ostale ormarići u naselju (veće selo ih ima više, manje može imati samo jedan). Tu se takođe nalaze pojačala koja rade na 24 V te je jedno pojačalo dovoljno za 10 priključaka. Gleda se da broj pojačala ne bude veliki jer njihovim povećanjem raste otpor, pada napon i raste struja. Njihov broj takođe zavisi i od debljine kablova, kako se ne bi prekoračila snaga transformatora koji napon od 230 V smanjuje na 50 V. Na 2-3 km stavlja se 4 do 5 pojačala koja su povezana serijski. Otpornost kablova je 75 Ω.

8.2. Kablovska televizija ili IPTV?

IPTV više radi sa telefonskim mrežama. Provajderi koriste dve žice kroz koje šalju digitalni signal. Sve radi na principu interneta. Maksimalni protok je oko 20 Mbit/s. Od toga je oko 20 kB rezervisano za fiksni telefon dok se ostatak deli na TV i Internet. Problem se javlja kada korisnik želi da gleda HD program. Ovaj program troši od 10-15 Mb što znači da se brzina Interneta smanjuje na 5-10 Mb. Ukoliko se gleda HD program na dva televizora, što je ujedno i maksimalan broj televizora koji mogu biti priključeni na IPTV, korišćenje interneta nije moguće. Ovo važi pod uslovom da je korisnik izabrao najjači paket. Kod slabijeg paketa gledanje drugog televizora ne bi bilo moguće ukoliko se na prvom prati HD program.

Kod kablovske televizije broj priključenih televizora u domaćinstvu nije limitiran ukoliko su dovoljni jačina i kvalitet signala. Čak postoji i mogućnost ubacivanja pojačala ali to će moći da se koristi sve dok razmak između korisnog signala i šuma ne bude manji od 32 dB. Protok signala u kablovske televiziji je oko 100 Mbit/s a uskoro će biti i 200 Mbit/s. Ovde je Internet signal odvojen od televizijskog te gledanje HD programa neće dovesti do smanjenja brzine Interneta. Signal fiksnog telefona je takođe odvojen.

Jedina prednost IPTV-a u odnosu na kablovske televiziju jeste što pored usluga fiksne telefonije, Interneta i digitalne televizije nude i usluge mobilne telefonije u svojim paketima.

9. ZAKLJUČAK

Bogat izbor programa, izuzetna oštrina slike, visok kvalitet zvuka, mogućnost snimanja, mogućnost priključenja više od dva televizijska aparata, mogućnost korišćenja Interneta i fiksne telefonije istog provajdera, korišćenje već postojećih kablova za prijem digitalne televizije samo su neke od prednosti koje bi trebalo da privuku korisnike.

Danas prodaja Interneta zasebno više nije garant dobre zarade. Naterani konkurencijom, operateri moraju da spuštaju cene Internet konekcije. Dodatno, za istu cenu moraju nuditi nove servise kako bi bili konkurentni. Provajderi se takođe utrkuju da ponude što bolji program za istu ili manju cenu, neretko se dešava da otkupljuju prava za određene televizijske stanice kako bi privukli što veći broj korisnika. Možda se baš u svetu kablovskih operatera vidi pozitivno i povoljno delovanje konkurencije.

Onaj ko nema snage da konstantno investira biće kupljen od strane većeg operatera, a pitanje je ko će biti zadovoljan postignutom cenom.

Jedan od glavnih konkurenata kablovske televiziji, IPTV, će možda imati bolju prolaznost kod studenata budući da u svoju ponudu uključuje i mobilnu telefoniju. U višečlanim domaćinstvima, gde postoji više televizora i gde se Internet koristi više od same televizije, kablovska televizija će zadržati primat.

10. LITERATURA:

[1] Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation Guidelines for a second generation cable transmission system (DVB-C2), DVB Document A147, March 2010

[2] www.digitalnatv.com

[3] www.imo.hr

[4] [www.hrt.hr/index.php?id=173&tx_ttnews\[tt_news\]=60279&tx_ttnews\[backPid\]=1&cHash=0f1d04635b](http://www.hrt.hr/index.php?id=173&tx_ttnews[tt_news]=60279&tx_ttnews[backPid]=1&cHash=0f1d04635b)

[5] http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Video_Broadcasting

[6] http://en.wikipedia.org/wiki/Cable_television

[7] http://www.danas.rs/dodaci/biznis/vreme_kablovske_televizije_tek_dolazi.27.html?news_id=225500

[8] <http://www.linkompc.com/sr/article/kablovski-operateri-hfc-mreze,-nasledje-ili-buducnost/71>

[9] www.wosu.org/television/dtv

Svi podaci preuzeti u julu 2012.god.

Kratka biografija:



Dejan Bogdanović rođen je u Vršcu 1987. god. Master rad odbranio je 2012. god. na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacioni sistemi.

REGULATORNI ASPEKT FTTH MREŽA
REGULATORY ASPECT OF FTTH NETWORKSSrđan Čalakić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad daje pregled raspoloživih tehnologija za izgradnju mreža za pristup sledeće generacije (NGA - Next Generation Access) i ukazuje na potencijalne mogućnosti koje alternativni operatori imaju za pristup u takvim mrežama. Opisan je regulatorni okvir Evrope iz 2002. god. i dat je pregled glavnih ciljeva Digitalne agende za Evropu i Digitalne agende za Srbiju.

Abstract – This paper gives an overview of available technologies for building-up a networks for Next Generation Access and emphasize potentials which alternative operators have for the access in such networks. 2002 European regulatory framework has been discussed. Overview of main goals of Digital Agenda for Europe and for Serbia were presented.

Ključne reči: FTTH, Regulatorni okvir, Digitalna agenda, Funkcionalno razdvajanje

1. UVOD

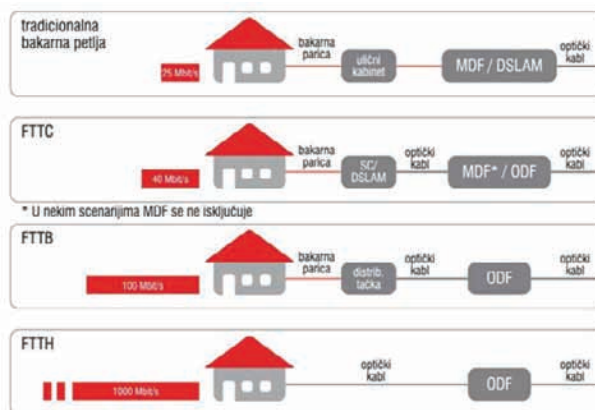
Sa razvojem informacionih tehnologija i sve većim zahtevima tržišta za velikom brzinom i propusnim opsegom za prenos digitalnih signala postavlja se pitanje da li će postojeća komunikaciona infrastruktura zadovoljiti potrebe ne tako daleke budućnosti. Optičke mreže imaju, sa aspekta brzine prenosa, znatno veće mogućnosti od svih ostalih vrsta pristupa. Namenjene su uglavnom za povezivanje Ethernet LAN mreža sa Internetom. Potreban uslov za uvođenje ovih mreža jeste dovođenje optičkih kablova do objekta korisnika. Većina stručnjaka slaže se sa ocenom da je dovođenje optike do korisnika (FTTH-Fiber To The Home) najbolje rešenje i predstavlja konačni cilj u razvoju mreže širokopoljanskih telekomunikacija. U praksi se očekuje da će postavljanje optičkih sistema kod postojećih korisnika koji već imaju bakarnu instalaciju teći u nekoliko faza u kojima će se optička vlakna postepeno „približavati” objektu korisnika.

2. FTTH

Različiti pristupi u implementaciji optičke tehnologije u pretplatničku petlju mogu se, na pojednostavljen način, posmatrati sa stanovišta pretplatničke petlje u koju se optika ugrađuje. Ako se optika ugrađuje na delu od uličnog kabineta do glavnog razdelnika, varijanta mreže za pristup je FTTC mreža (FttCab, Fiber to the Cabinet), a ako se ugrađuje od zgrade do glavnog razdelnika FTTB (Fiber to the Building), a ako u celosti zamenjuju bakarnu pretplatničku petlju, mreža za pristup je u formi FTTH (Fiber to the Home). (Slika 1)

NAPOMENA:

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



Slika 1 - Arhitektura mreže za pristup koja je izgrađena kablovima sa optičkim vlaknima

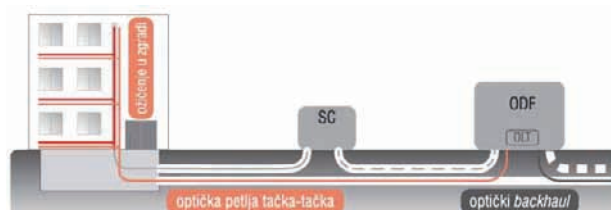
Zahvaljujući skraćivanju bakarne petlje, može se u najpovoljnijem slučaju očekivati da će korisnici raspolagati protokom i do 100 Mbit/s. Ipak, stvarne performanse koje se mogu postići u ovom scenariju u značajnoj meri zavise od dužine i kvaliteta bakarne infrastrukture.

FTTH predstavlja optičko rešenje u lokalnoj petlji u kome se kabl sa optičkim vlaknima dovodi do lokacije krajnjeg korisnika, čime je omogućeno da se korisniku pruže širokopoljanske usluge sa protokom od 100 Mbit/s do više Gbit/s po jednom korisniku. U ovom scenariju, kompletna bakarna infrastruktura se stavlja van funkcije i zamenjuje optičkom, uključujući MDF-ove i ulične kabinete [1].

Postoje dve osnovne opcije implementacije FTTH scenarija:

2.1. P2P koncept

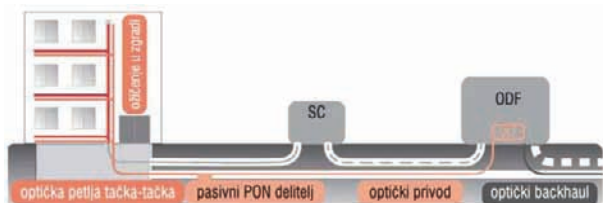
Svakom korisniku se dodeljuje sopstveno optičko vlakno i pun bidirekciono propusni opseg sa OLT-a/switch-a (OLT - Optical Line Terminal unit - uobičajeno je da se smešta u komutacioni čvor (objekat operatora, centrala), Slika 2). Dugoročno posmatrano, ovo se može smatrati najfleksibilnijom arhitekturom. U ovom rešenju, alternativni operatori mogu dobiti pristup pretplatničkoj optičkoj petlji na ODF-u (na primer na komutacionom čvoru i/ili prvom ODF-u), gde je priključen dodeljen kabl sa optičkim vlaknima [1].



Slika 2 - FTTH koncept P2P

2.2. FTTH PON arhitektura

Osnovna arhitektura u pasivnim optičkim mrežama je tačka – više tačaka, kod koje OLT (koji se, recimo, može smestiti u komutacionom čvoru mreže) služi kao kontrolna tačka za celu optičku mrežu. Jedno optičko vlakno povezuje OLT sa optičkim deliteljima, koji se mogu smestiti u male ulične kabinete, ili u podzemna kućišta, sa kojih se odvajaju optička vlakna manjih dužina do svakog korisnika, Slika 3 Korišćenjem pasivnih optičkih delitelja ukupan propusni opseg jednog vlakna, sa jednog OLT-a, deli se na najviše 64 vlakna, odnosno korisnika, pri čemu je maksimalna premostiva dužina 20 km [1].



Slika 3 - PON koncept optičke mreže

3. REGULACIJA

Sve do kraja osamdesetih, u većini evropskih zemalja telekomunikacione usluge je pružala jedna kompanija i to u državnom vlasništvu. Uvođenje regulatornih reformi od strane EU tokom protekle dve decenije, omogućilo je otvorenije i konkurentnije tržište telekomunikacija. Kao posledica, u mnogim državama je počela privatizacija telekomunikacionih operatera i otvaranje tržišta većoj konkurenciji.

3.1. Regulatorni okvir

Regulatorni okvir Evropske Unije iz 2002. čine Direktiva 2002/21/EC Evropske komisije o zajedničkom regulatornom okviru za elektronske komunikacione mreže i usluge (Okvirna direktiva) i četiri direktive poznate pod zajedničkim nazivom Specifične direktive, i to: Direktiva o pristupu, Direktiva o autorizaciji, Direktiva o univerzalnom servisu, Direktiva o privatnosti u elektronskim komunikacijama.

Evropska komisija je 2002. godine, nakon usvajanja pomenutih Direktiva, objavila i Smernice za nacionalna regulatorna tela za definisanje i analizu relevantnih tržišta, utvrđivanju statusa operatora sa značajnom tržišnom snagom i nametanju regulatornih obaveza. Osnovna svrha ovih Smernica jeste doprinos harmonizaciji primene regulatornih načela, kao i konzistentnosti regulacije. Korišćenje istovetne metodologije definisanja i analize tržišta osigurava se da većina tržišta definisanih za potrebe sektorski specifične regulacije odgovaraju definicijama koje bi bile primenjene saglasno propisima o zaštiti konkurencije [2].

3.2 Digitalna agenda za Evropu

Cilj ove inicijative je da se ostvare održive ekonomske i socijalne koristi od digitalnog jedinstvenog tržišta zasnovanog na širokopojasnom internetu i interoperabilnim aplikacijama. To će se ostvariti sa širokopojasnim pristupom internetu za sve građane Evrope do 2013. godine i pristupom internetu brzine 30 Mb/s i više za sve građane Evrope do 2020. godine, a za

najmanje 50% evropskih domaćinstava bie omogućena internet veza iznad 100 Mb/s.

U Agendi se ističe ogroman značaj ICT sektora (sektora informaciono komunikacionih tehnologija). Ovaj sektor je veoma dinamičan kako po sopstvenom rastu i razvoju, tako i po uticaju na druge privredne sektore. Uticaj na društvo i na promene stila života i svakodnevnih navika takođe je ogroman. Preduslov za pojačani rast i uticaj ICT tehnologija jeste razvoj brzih i ultra brzih mreža za prenos podataka. Ogroman potencijal koji ima ICT sektor može da dođe do izražaja samo kroz dobro povezan ciklus aktivnosti. Neophodne su atraktivne usluge i sadržaj, u dobro povezanom Internet okruženju, sa što manje prepreka i ograničenja (sa aspekta načina plaćanja, isporuke i slično). Ove usluge dovode do zahteva za većim brzinama i kapacitetima sistema, a to dovodi do novih ulaganja u infrastrukturu. Ova ulaganja omogućavaju da dođe do razvoja novih usluga i proces se ponavlja.

Međutim, ovaj ciklus ima i mnoge potencijalne prepreke. Okruženje mora da bude takvo da podstiče investicije, inovacije i preduzetništvo. Tržište mora da bude otvoreno, a to nije uvek slučaj. Postoje brojne pretnje privatnosti i bezbednosti korisnika, a često se kao problem javlja otežan pristup Internetu. Poseban problem predstavljaju veštine koje mnogi potencijalni korisnici nemaju jer jednostavno ne znaju kako da dođu do neke usluge. Evropljani se u oblasti investiranja, borbe za radna mesta i ekonomski uticaj na globalnom nivou, ponekad osećaju ugroženim [3].

3.3. Digitalna agenda za Srbiju

Usklađujući svoj politički i regulatorni okvir za elektronske komunikacije sa EU, digitalna agenda za Srbiju definisana je, prema Ministarstvu za telekomunikacije i Informaciono društvo, dokumentima Strategija razvoja Informacionog društva do 2020 i Strategija razvoja ekomunikacija u Srbiji od 2010 do 2020. godine. Navedeni dokumenti ne mogu se posmatrati odvojeno od Zakona o elektronskim komunikacijama koji je donesen u junu 2010 i Strategijom razvoja širokopojasnog pristupa u Srbiji do 2012 koja je doneta u 2009. godini.

Cilj Strategije razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Srbiji do 2012. je stopa penetracije širokopojasnog pristupa od 20% protoka 4Mb/s u fiksnoj mreži i 512kb/s u mobilnoj mreži. Strategija ID postavlja cilj da Srbija do 2020. godine po pokazateljima razvijenosti ID dostigne prosek EU. Strategija E-komunikacija postavlja cilj obezbeđenja pristupa po principu FTTH/B/C do svih korisnika i protok servisa elektronskih komunikacija od najmanje 100 Mb/s.

Međutim, strategije ne prate odgovarajući akcioni planovi, ili i ako ih prate oni su vrlo opšti i njima nije definisan način na koji država namerava da ostvari zacrtane strateške ciljeve. To vodi tome da nisu definisani resursi koje država aktivira da bi se postigli navedeni strateški ciljevi u smislu pravnih (olakšanje gradnje, garantovanje investicija, omogućavanje partnerstva lokalne samouprave i firmi u izgradnji pasivne infrastrukture), ekonomskih resursa (finansijjski podsticaji,

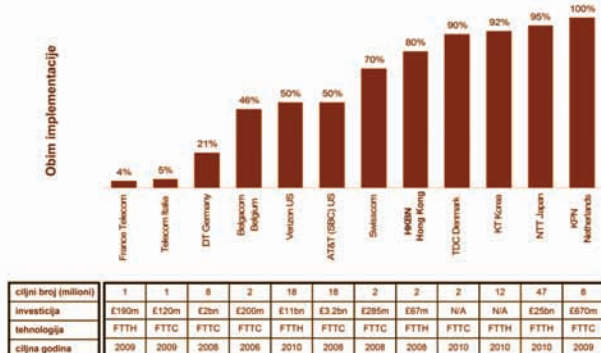
carine,...) ili direktnih ulaganja (davanje na korišćenje državnih resursa, najava ulaganja u usluge koje država treba da pruža preko mreže,...) [3].

3.4. Značaj i stanje regulative na globalnom planu

Regulatorna politika ima značajan uticaj na razvoj telekomunikacionog tržišta preko uvođenja određenih pravila i ograničenja obavezujućih za sve aktere na tržištu. Isto tako, tržišni i tehnološki razvoj u oblasti telekomunikacija određuju evoluciju regulatornog okvira, koji mora adekvatno da odgovori na sve tržišne i tehnološke izazove u cilju očuvanja javnih interesa.

Svest o značaju uloge nacionalnih regulatornih tela u očuvanju javnih interesa i ukupnom ekonomskom prosperitetu je danas prisutna na globalnom nivou, o čemu dovoljno govori podatak da je od 1990. pa do sredine 2008. godine, broj regulatornih tela porastao u svetu sa 12 na 148. Regulatorna tela su formirana kao agencije nezavisne od industrije i, u većini slučajeva, nezavisne i od vlade, što je do sada bio i naš slučaj.

Raznolikost u trenutnom stanju razvoja mreža za pristup sledeće generacije u svetu, kao i telekomunikacionog, ekonomskog, i socijalnog okruženja u kome one treba da se implementiraju, značajno je uticala i na raznolikost regulatornih pravila koja su definisana, ili se tek pripremaju za NGA mreže. Na Slici 4 je, radi ilustracije raznolikosti u tipovima i obuhvatu NGA mreža u svetu, dat prikaz planova implementacije NGA mreža dominantnog operatora.



Slika 4 - Planovi dominantnog operatora za implementaciju

Japan i Koreja razvili su sopstvene nacionalne strategije za implementaciju NGA mreža, koje uključuje i podršku države. Japan je definisao podršku dominantnom operatoru (NTT) za potrebe investiranja u optičku infrastrukturu kroz tzv. asimetričnu regulativu (regulatorne mere se razlikuju za uvođenje bakarne i optičke infrastrukture), a regulatornim merama su predviđeni i određeni stimulansi, kako bi se ohrabrila infrastrukturna konkurencija.

U Evropi i SAD-u, primenjuju se različite regulatorne strategije, koje uključuju i finansiranje NGA, delimično ili u celosti, od strane regionalnih ili lokalnih vlasti. Najbolji primeri javno finansiranih NGA mreža uključuju i uspostavljanje otvorene platforme za pristup, koja omogućava da više konkurentskih operatora koristi javno finansiranu mrežu. U SAD je usvojen princip „uzdržavanja“ od regulative (regulatory forbearance) pri

izgradnji NGA mreža, koji se u tom ili sličnom obliku razmatra i u nekim drugim zemljama, Princip se sastoji u tome da dominantan operator nakon nadgradnje svoje mreže za pristup u NGA mrežu, nema više obavezu da daje pristup drugim operatorima. Regulatorna tela u Evropi, pri profilisanju regulatornih cena, razmatraju i premije za rizik pri investiranju u NGA mreže. Odustajanje od primene regulatornih mera u oblasti NGA mreža, po ugledu na praksu u SAD se, bar za sada, ne razmatra, jer bi to u principu bilo u suprotnosti sa zakonodavstvom u EU [4].

4. FUNKCIONALNO RAZDVAJANJE

Funkcionalno razdvajanje, kao sredstvo promovisanja fer konkurencije na telekomunikacionom tržištu kroz pristup mrežnim resursima dominantnog operatora od strane alternativnih operatora na nediskriminatornoj osnovi, sastoji se u izdvajanju monopolističkih elemenata dominantnog operatora u poseban, odvojen poslovni entitet. Na taj način se stvaraju uslovi da novoformiran entitet na telekomunikacionom tržištu elemente veleprodaje i odgovarajuće servise nudi pod jednakim uslovima i dominantnom operatoru (iz koga je izdvojen) i konkurentima. Funkcionalno razdvajanje se kao sredstvo u primeni regulative već koristi ili razmatra u brojnim evropskim zemljama, kao što su UK, Švedska, Italija, Poljska i Grčka.

U kontekstu preispitivanja evropskog regulatornog okvira, Evropska Komisija nastoji da funkcionalno razdvajanje bude sastavni deo regulatornih alata. Očekuje se da će platforma za reformu evropskog regulatornog okvira biti usvojena do kraja 2009. godine. Nakon usvajanja, funkcionalno razdvajanje će dobiti legitimitet u evropskim okvirima, ali isključivo kao sredstvo koje se primenjuje kad sva druga legalna sredstva ne daju rezultate (last-resort remedy).

Funkcionalno razdvajanje je pobudilo pažnju kao mera i van Evrope [4].

5. ZAKLJUČAK

Uspostavljanje regulative u telekomunikacijama je vrlo kompleksan zadatak. Ukoliko se regulacija postavi vrlo striktno, zapravo ukoliko ona predstavlja kočnicu brzopromenljivom tehnološkom razvoju onda se dovodi u pitanje ukupni privredni razvoj. Sa druge strane ukoliko je regulacija slaba, postoji opasnost na fer ponašanje na tržištu. Ovo ukazuje da je pristup regulaciji pitanje kome se mora posvetiti posebna pažnja i taj pristup mora biti pažljivo izbalansiran. Ako postoji samo monopol, regulacija na neki način predstavlja zamenu za konkurenciju. Ukoliko je tržište liberalizovano, regulativa obezbeđuje ravnopravnost učesnicima, osigurava fer konkurencije i obaveze univerzalnog servisa. Regulativa osigurava korišćenje potrošivih resursa na najefikasniji način. Delatnosti u kojima konkurencija nije u potpunosti ostvarena, moraju biti regulisane od strane vlade da bi zaštitile javni interes. U prošlom periodu telekomunikacija, regulisanje se odnosilo na tarife u telekomunikacijama, a u novijem periodu, regulisanje se bavi pitanjem pre svega konkurencije.

6. LITERATURA

- [1] Borislav Odadžić, Milan Janković, „Mogućnosti uvođenja alternativnih operatora u NGA mrežama i regulatorni izazovi”, 2010
- [2] „Analiza relevantnog tržišta širokopojasnog pristupa na nivou veleprodaje“, 2010
- [3] Dragan Bogojević, Nataša Gospić, „Digitalna agenda Evropa i Srbija“, 2010
- [4] Borislav Odadžić, Miroslav Stanković, Milan Janković, „ Mreže za pristup sledeće generacije i regulatorni izazovi “, 2009

Kratka biografija:



Srđan Čalakić rođen je u Novom Sadu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacioni sistemi odbranio je 2012. god.



REALIZACIJA FFT ALGORITMA U LABVIEW PROGRAMU

IMPLEMENTATION OF FFT ALGORITHM IN THE PROGRAM LABVIEW

Jelenko Čupeljić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je realizacija spektralne analize mernog signala u LabVIEW programskom paketu. Cilj rada je da se vidi na koji način frekvencija signala, frekvencija uzorkovanja i broj uzoraka utiču na računanje i prikazivanje diskretne furijeove transformacije i na koji način se izračunava spektralna snaga. Opisana su dva tipa brze furijeove transformacije, jednostrana FFT i dvostrana FFT. Prikazan je princip izvođenja radiksa 2 FFT algoritma, indeksiranje ulazno izlaznih podataka i njegova leptir struktura. Upotreba FFT algoritma je prikazana na nekoliko primera.

Abstract – In this paper we showed spectral analysis of the measuring signal in the LabVIEW software package. The goal of this paper is to show how the signal frequency, sampling rate and sample size affects the calculation and displays discrete Fourier transform, and how to calculate spectral power. We described two types of fast fourier transformation, one-sided FFT, and double-sided FFT. It shows the principle of performing radix 2 FFT algorithm, the index of input and output data and its butterfly structure Usage of FFT algorithm is shown in several examples.

Ključne reči: LabVIEW, FFT, virtualni instrument

1. UVOD

Ogroman komercijalni uspeh i brzo prihvatanje PC računara u poslednjih 30 godina bilo je uslov za revoluciju u instrumentaciji za merenje, testiranje i automatizaciju.

Koncept virtualne instrumentacije, nastao zbog sveprisutnosti PC računara, pruža mnoge beneficije, kako običnim korisnicima tako i inženjerima i naučnicima kojima je potrebno povećanje produktivnosti, tačnosti i performansi merno-akvizicionih uređaja. Virtualni instrument se sastoji od PC računara ili radne stanice, opremljen moćnim softverom za izradu aplikacija, jeftinim ugradnim ili USB mernim karticama i upravljačkim softverom, što zajedno čini funkcije tradicionalnog instrumenta.

Virtualni instrumenti predstavljaju pomeranje od tradicionalnih hardverskih instrumentacionih sistema u softverske sisteme koji eksploatišu računarsku snagu, produktivnost, izuzetno veliku mogućnost vizualizacije i grafičke prezentacije i mogućnosti povezivanja popularnih desktop kompjutera i radnih stanica.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Josif Tatić, docent.

Mada su PC računari i tehnologija integriranih kola, značajno napredovali u poslednje tri decenije, softver je taj koji ima moć da postavi temelje za kreiranje virtualnih instrumenata, obezbeđujući bolje načine za inoviranje i značajno smanjujući troškove. Sa virtualnim instrumentima inženjeri i naučnici prave sisteme za merenje i automatizaciju koji tačno odgovaraju njihovim potrebama (*user-defined*) umesto da se ograniče tradicionalnim instrumentima sa fiksnim funkcijama (*vendor-defined*) [1]. National Instruments je na neki način pionir u virtualnoj instrumentaciji, novom načinu merenja, testiranja i automatizacije procesa. Ovakav način rada značajno je smanjio troškove i povećao efikasnost rada bez žrtvovanja tačnosti i kvaliteta merenja.

Kako je digitalnim hardverom ili softverski moguće izračunati vrednosti kontinualne funkcije samo u konačnom broju tačaka, neophodno je pronaći, sa praktičnog stanovišta gledano, efikasniju predstavu spektra diskretnih signala. Odabiranjem konačnog broja vrednosti furijeove transformacije diskretnog aperiodičnog signala na osnovnom periodu moći ćemo steći približnu sliku spektra diskretnog signala, a pod određenim uslovima, i rekonstruisati spektar za svaku vrednost učestanosti kao kontinualne varijable. Furijeova transformacija diskretnog aperiodičnog signala izračunata u konačnom broju tačaka na osnovnom periodu $[0, 2\pi)$ predstavlja diskretnu furijeovu transformaciju (DFT). Aperiodični signal se dopunjava potrebnim brojem nula koje ne utiču na spektar da bi se furijeova transformacija izračunala na osnovnom periodu. DFT obezbeđuje vezu između uzoraka signala u vremenskom domenu i njihovih predstavnika u frekvencijskom domenu. DFT ima široku primenu u oblastima spektralne analize, primenjene mehanike, akustici, medicinskim slikama, numeričkim analizama, instrumentima i telekomunikacijama.

2. BRZA FURIJEOVA TRANSFORMACIJA (FFT)

Neposredna primena DFT sa N uzoraka zahteva oko N^2 složenih operacija i dugotrajan proces izračunavanja. Međutim kada je veličina sekvence stepena funkcija čija je osnova broj 2,

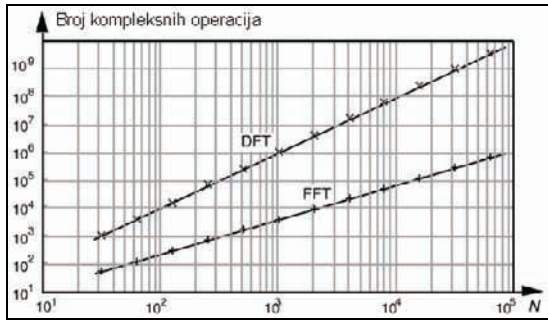
$$N = 2^m \quad \text{za } m = 1, 2, 3, \dots$$

možemo da računamo DFT sa približno $N \log_2(N)$ operacija. Ovo omogućava mnogo brže izračunavanje DFT, i literatura za digitalnu obradu signala ovakave algoritme naziva *brzim furijeovim transformacijama* (FFTs). FFT nije ništa drugo nego brži algoritam za izračunavanje DFT kada je broj uzoraka jednak stepenoj funkciji čija je osnova broj 2. U nekim slučajevima FFT može da se primeni za specijalne dužine sekvence.

Ova analiza se koristi i za diskretne signale koji nisu periodični ili im period signala nije poznat, pa se onda pri primeni FFT javljaju greške koje se mogu ispraviti prozorskim funkcijama.

Prednosti FFT su u brzini i memorijskoj efikasnosti, jedino što veličina ulazne sekvence mora biti jednaka stepenoj funkciji čija je osnova broj 2. DFT može efikasno da izračuna sve veličine sekvenci, ali je sporija od FFT i koristi više memorije, zato što mora da čuva međurezultate tokom obrade.

Na slici 2.1. je prikazano poređenje broja složenih operacija koje su potrebne za izračunavanje DFT i radiks 2 FFT u zavisnosti od broja uzoraka N [2].



Slika 2.1. Broj kompleksnih operacija kod DFT i radiks 2 FFT u zavisnosti od N

2.1. Radiks 2 FFT algoritam

Da bismo videli kako se tačno algoritam za FFT razvijao od DFT počecemo od jednačine za DFT sa N uzoraka

$$X(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j2\pi mn/N} \quad (2.1.1.)$$

Iz izraza (2.1.1.) se vidi da koeficijenti kojima se množe odbirci ulaznog signala imaju jasno izraženu simetriju. Na primer, koeficijenti kojima se množe članovi ulazne sekvence sa parnim indeksima isti su za članove sa indeksima m i $m + (N/2)$, gde je $0 \leq m \leq (N/2) - 1$. Za neparne vrednosti indeksa m koeficijenti imaju istu apsolutnu vrednost ali su suprotnog znaka. Zbog toga se ulazna sekvenca može deliti na dve parcijalne sekvence: na onu koju čine elementi sa parnim indeksima i na onu koju čine elementi sa neparnim indeksima. Dakle, imamo:

$$X(m) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) e^{-j2\pi(2n)m/N} + \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) e^{-j2\pi(2n+1)m/N} \quad (2.1.2.)$$

$$X(m) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) e^{-j2\pi(2n)m/N} + e^{-j2\pi m/N} \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) e^{-j2\pi(2n)m/N} \quad (2.1.3.)$$

Izvlačenjem konstante faznog ugla ispred druge sume iz jednačine 2.1.2. dobijamo jednačinu 2.1.3. Pošto je ova jednačina toliko obimna uvešćemo standardne oznake kako bismo smanjili zapis.

Uvešćemo $W_N = e^{-j2\pi/N}$ da predstavimo kompleksni fazni ugao kada je N konstantno. Dakle, jednačina 2.1.3. postaje

$$X(m) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) W_N^{2nm} + W_N^m \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) W_N^{2nm} \quad (2.1.4.)$$

Zbog toga što je $W_N^2 = e^{-j2\pi 2/N} = e^{-j2\pi/(N/2)}$ možemo zameniti $W_{N/2} = W_N^2$ u prethodnoj jednačini kao:

$$X(m) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) W_{N/2}^{nm} + W_N^m \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) W_{N/2}^{nm} \quad (2.1.5.)$$

Dakle, sada imamo dve sume od po N/2 sabiraka tako da možemo kombinovati rezultate kako bi dobili sumu od N uzoraka DFT. Još jedna od prednosti razdvajanja jeste to što se gornja polovina DFT izlaza lako računa. Razmislimo o $X(m+N/2)$ izlazima. Ako bi pomoću formule 2.1.5. računali $X(m+N/2)$ umesto za $X(m)$ dobili bi jednačinu

$$X(m+N/2) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) W_{N/2}^{n(m+N/2)} + \quad (2.1.6.)$$

$$W_N^{(m+N/2)} \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) W_{N/2}^{n(m+N/2)}$$

Gledajući jednačinu 2.1.6. izgleda nam da ona samo komplikuje stvari, ali sad možemo da pojednostavimo fazne uglove terminima koji se nalaze u sumi zato što je

$$W_{N/2}^{n(m+N/2)} = W_{N/2}^{nm} W_{N/2}^{nN/2} = \quad (2.1.7.)$$

$$W_{N/2}^{nm} (e^{-j2\pi n 2N/2N}) = W_{N/2}^{nm} (1) = W_{N/2}^{nm}$$

za bilo koji celobrojan broj N. Gledajući takozvani rotacioni faktor ispred druge sume u jednačini 2.1.6, može se jednostavnije napisati

$$W_N^{(m+N/2)} = W_N^m W_N^{N/2} = W_N^m (e^{-j2\pi N/2N}) = \quad (2.1.8.)$$

$$W_N^m (-1) = -W_N^m$$

Sada upotrebom jednačine 2.1.8. i jednačine 2.1.7. možemo jednačinu 2.1.6. napisati kao

$$X(m+N/2) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) W_{N/2}^{nm} - W_N^m \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) W_{N/2}^{nm} \quad (2.1.9.)$$

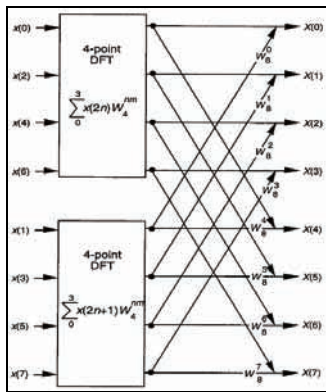
Ne moramo obavljati sinusna i kosinusna množenja da bi dobili $X(m+N/2)$. Možemo samo promeniti znak rotacionog faktora i koristiti rezultate za dve sume od $X(m)$ da bi dobili $X(m+N/2)$. Naravno $0 < m < (N/2)-1$ u jednačini 2.1.5, što znači da za računanje DFT od N uzoraka uzimamo N/2 uzoraka DFT da bi dobili prvih N/2 izlaza i za dobijanje poslednjih N/2 izlaza. Za $N = 8$ jednačine 2.1.5. i 2.1.9. se koriste kao što je prikazano na slici 2.1.1. koja se nalazi na sledećoj strani. Ako se jednačine 2.1.5 i 2.1.9. pojednostave na

$$X(m) = A(m) + W_N^m B(m), \quad (2.1.10.)$$

i

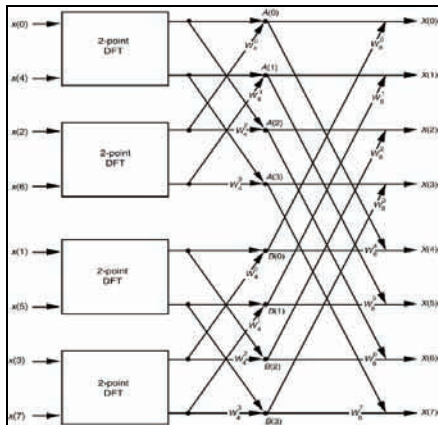
$$X(m+N/2) = A(m) - W_N^m B(m), \quad (2.1.11.)$$

možemo nastaviti dalje sa rasčlanavanjem, tako da rastavimo dve DFT sa četiri uzorka na četiri DFT sa dva uzorka, **slika 2.1.2.**



Slika 2.1.1. Računanje DFT sa 8 uzoraka pomoću dve DFT sa 4 uzorka

Za bilo koje N, možemo izvršiti podjelu sekvence dužine N/2 uzoraka na sekvence DFT dužine N/4 i tako smanjiti broj sinusnih i kosinusnih množenja. Na kraju doći ćemo na DFT čija je dužina dva uzorka. Ovo je razlog zašto broj uzoraka DFT mora biti stepena funkcija broja 2, i zbog toga se ovakav algoritam naziva radik 2 FFT algoritam [3].



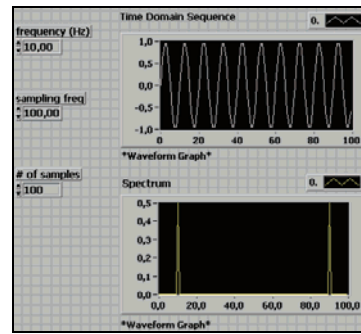
Slika 2.1.2. Računanje DFT sa 8 uzoraka pomoću četiri DFT sa dva uzorka

2.2. Jednostrana i dvostrana FFT

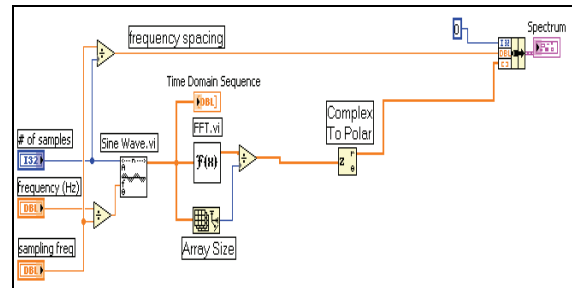
Napisan je program u programskom paketu LabVIEW koji određuje spektar sinusnog talasa. Frekvencija sinusnog talasa je 10 Hz, frekvencija uzorkovanja 100 Hz i broj uzoraka je 100. Kada smo to uradili dobijaju se VI front panel i blok dijagram kao što je prikazano na **slici 2.2.1.** i **slici 2.2.2.**

Frekvencijska rezolucija Δf je dobijena deljenjem **sampling freq** sa **# of samples**. Uočimo vrednosti za vreme talasa (x-osa) i frekvencijski spektar. Zbog toga što je **sampling freq = #of samples** imamo da je uzorkovanje svakih jednu sekundu. Zbog toga je broj sinusoida koje se mogu videti u vremenu talasa jednak frekvenciji koju izaberemo.

U ovom slučaju videćemo 10 sinusoida. Pogledajmo frekvencijski spektar (za Furijeovu transformaciju), mogu se videti dva pika, jedan na 10 Hz i drugi na 90 Hz. Pik na 90 Hz je ustvari negativna frekvencija na 10 Hz (-10 Hz). Grafički prikaz koji se može videti je poznat kao **dvostrana FFT** zbog toga što su prikazane i pozitivne i negativne frekvencije.

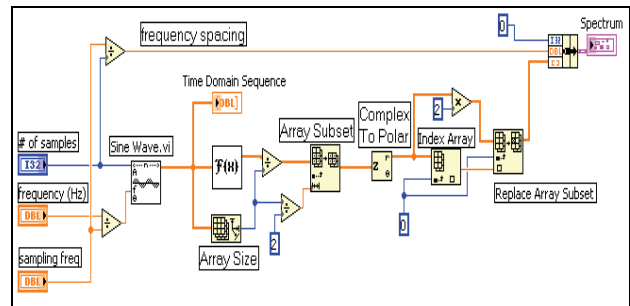


Slika 2.2.1. Front panel za dvostranu FFT

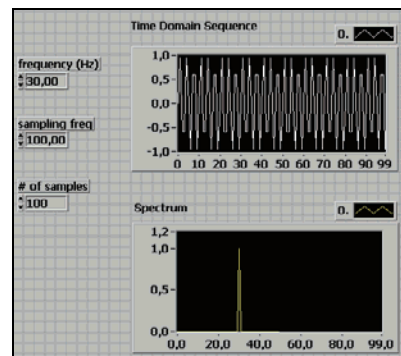


Slika 2.2.2. Blok dijagram za dvostranu FFT

Videli smo da FFT ponavlja informacije jer sadrži informacije o pozitivnim i negativnim frekvencijama. Kada napravimo blok dijagram VI kao što je prikazano na **slici 2.2.3.** prikazuje se samo polovina FFT rezultata, **slika 2.2.4.** Ovakvo predstavljanje je poznato kao **jednostrana FFT**. Jednostrana FFT prikazuje samo pozitivne frekvencijske komponente. Zapamtimo da je potrebno pomnožiti pozitivnu frekvencijsku komponentu sa 2 da bi se dobila odgovarajuća amplituda. DC komponenta ostaje nepromenjena.



Slika 2.2.3. Blok dijagram za jednostranu FFT

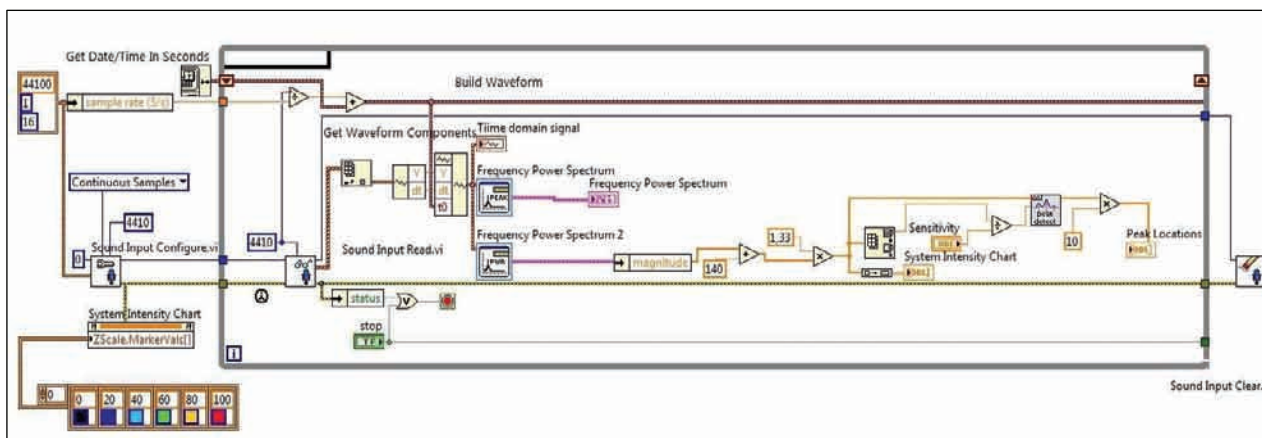


Slika 2.2.4. Front panel za parametre frequency (Hz) = 30, sampling freq = 100 i # of samples = 100

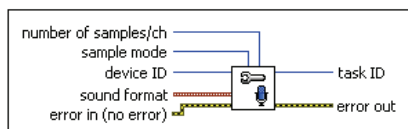
3. AUDIO ANALIZA U LABVIEW PROGRAMU

Na ovom primeru ćemo videti kako se može pomoću programskog paketa LabVIEW napisati program koji sa mikrofona PC računara konfigurira analogni signal koji pretvara u diskretni pomoću FFT i taj signal predstaviti na spektrogramu. Napravljen je front panel i blok

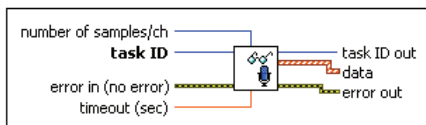
dijagram kao što je prikazano na **slici 3.1.** i **slici 3.2.** Pomoću Sound Input Configure.vi konfiguriramo signal tako da smo odabrali da je pretpostavljena vrednost učestanosti odabiranja 44.100 Hz, te da je rezolucija signala 16 bita i da imamo jedan kanal.



Slika 3.1. Blok dijagram za prikazivanje audio analize



Pomoću Sound Input Read.vi vršimo očitavanje signala koji smo konfigurisali određenim brojem semplova po kanalu.



Tako očitani signal smeštamo u niz i izračunavamo FFT (snagu spektra), tako da imamo predstavljanje signala u vremenskom i frekvencijskom domenu. Ostatak programa je posvećen tome kako da signal prikažemo na spektrogramu. Na početku programa je zadati opseg koji odgovara određenoj boji. Nakon izračunavanja magnituda pomoću Frequency Power Spectrum 2 vrši se skaliranje koji odgovara opsegu koji je zadat na početku i takav signal se iscrtava. Pored ovoga možemo da utičemo na osetljivost detekcije pika. Na kraju programa koristimo Sound Input Clear.vi da bi izbrisali ulazne podatke.



Slika 3.2. Front panel za prikazivanje audio analize

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je realizacija algoritma za izračunavanje FFT pomoću programskog paketa LabVIEW. Videli smo način na koji se izračunava radiks 2 FFT algoritam i njegova primena u izračunavanju jednostrane i dvostrane FFT. Takođe se može videti upotreba ovog algoritma u audio analizi gde je prikazana FFT od audio signala koji se javlja na mikrofону PC-ja, a zatim i na koji način se audio signal može prikazati na spektrogramu.

5. LITERATURA

- [1] Josif Tomić, Milan Milovanović, „Virtualna instrumentacija primenom LabVIEW programa“, FTN Grafički centar GRID, Novi Sad, 2010.
- [2] LabVIEW Signal Processing Course Manual, National Instruments Corporation, 2001. godina
- [3] Cory L. Clark, „LabVIEW Digital Signal Processing“, McGraw Hill, USA, 2005. godina.

Kratka biografija:



Jelenko Čupeljić rođen je u Zavidovićima 1986. god. Osnovne akademske - bečelor studije završio je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroročunarska elektronika na usmerenju za Primenjenu elektroniku u decembru 2011. god.

**RAZVOJ BEZBEDNIH WEB-SERVISA – PRIMER PRIMENE SPRING MVC
RADNOG OKVIRA I SPRING SECURITY OKRUŽENJA****SECURE WEB SERVICE DEVELOPMENT – USAGE OF SPRING FRAMEWORK
AND SPRING SECURITY FRAMEWORK**Ljubomir Paskali, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazan način razvoja web aplikacije za prijavljivanje radova i objavljivanje u časopisu uz oslonac na Spring MVC radni okvir i Spring Security okruženje. Analiziran je problem zaštite servisa na bazi aspekt orjentisanog pristupa. Objasnjena je Spring MVC arhitektura sa aspekta implementacije zaštitnih mehanizama.

Abstract – This article gives an overview of the implementation proces of a web application, based on Spring MVC framework and Spring Security framework. Special attention is payed to the implementation of the services security. Also Spring MVC arhitecture and security aspect oriented principle are analized in details.

Ključne reči: Bezbedni servisi, Spring MVC radni okvir, Spring Security okruženje.

UVOD

Zahvaljujući ubrzanom razvoju IT industrije Internet se sve više koristi kao osnova poslovanja i komunikacije. Iz tog razloga je broj internet aplikacija na veoma visokom nivou. Sa povećanjem upotrebe internet aplikacija u poslovne svrhe povećala se i stopa zastupljenosti internet kriminala.

Nažalost, internet kriminal je danas svakodnevica. Kradja podataka, novca pa čak i identiteta je danas svakodnevna pojava. Zbog toga je potrebno zaštititi informacije kojima rukuje internet aplikacija od bilo kakve zloupotrebe. Bezbednost je ključni ali i najosetljiviji aspekt svake internet aplikacije. U ovom radu će na primeru upotrebe biti pokazano kako implementirati bezbednu internet aplikaciju koristeći Spring radni okvir i Spring Security okruženje.

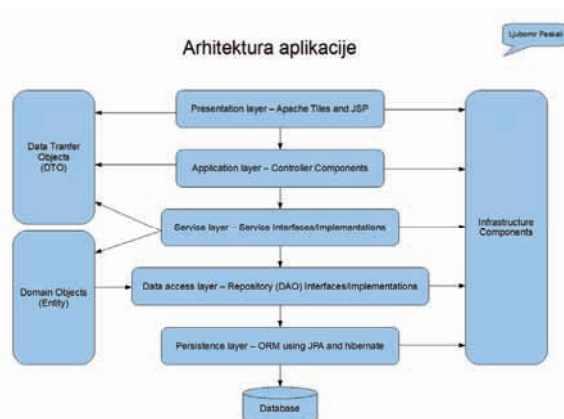
DOMEN PROBLEMA

Primenom *Spring* radnog okvira i *Spring Security* okruženja potrebno je implementirati web aplikaciju za prihvatanje rada i objavljivanje u časopisu. Potrebno je analizirati *Spring MVC* arhitekturu sa aspekta implementacije zaštitnih mehanizama.

Arhitektura aplikacije sastoji se od pet karakterističnih, logički i funkcionalno razdvojenih slojeva sa specifičnom namenom. Arhitektura aplikacije je prikazana je na dijagramu broj 1.

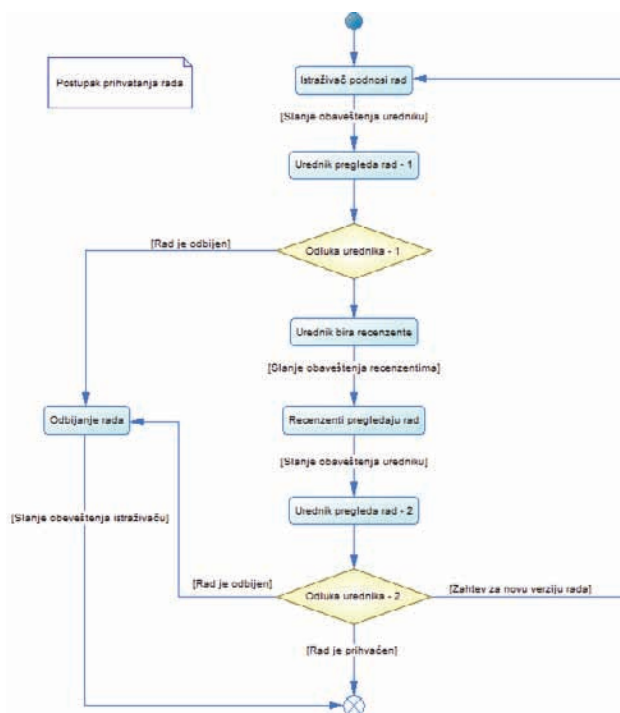
NAPOMENA:

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



Dijagram br. 1 Arhitektura aplikacije

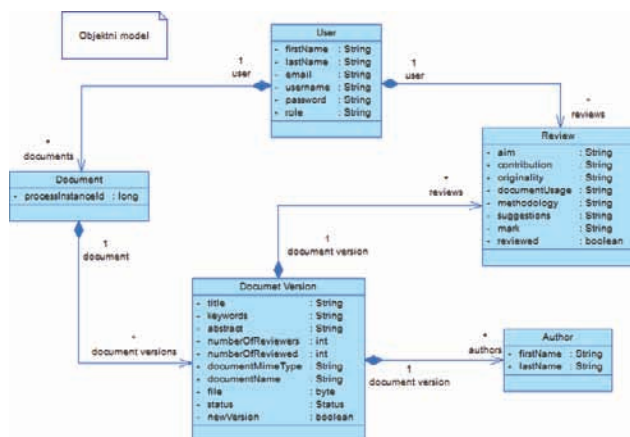
Aplikacija prepoznaje tri vrste koristika: urednika, recenzente i istraživače. Svaki od korisnika ima posebnu ulogu u procesu prihvatanja rada za objavljivanje u časopisu. Sam proces prihvatanja je prikazan na sledećem dijagramu broj 2.



Dijagram broj 2. Proces prihvatanja rada

Postupak prihvatanja rada počinje podnošenjem rada istraživača. Istraživač može podneti jedan ili više radova. Za svaki rad pokreće se poseban proces prihvatanja. Posle podnošenja urednik pregleda rad i odlučuje da li će rad biti odbijen. Ukoliko nije odbijen urednik bira dva recenzenta koji recenziraju rad. Posle pregleda recenzija i ocena urednik vrši konačnu odluku da li je rad odbijen, prihvaćen ili zahteva novu verziju rada sa ispravkama u skladu sa komentarima.

Objektni model podataka prikazan je na sledećem dijagramu broj 3.



Dijagram broj 3. Objektni model podataka

1. SPRING CORE TEHNOLOGIJE

1.1 Ioc kontejner

Inversion of Control princip je poznat kao *dependency injection (DI)*. Predstavlja proces u kom objekti definišu njihove zavisnosti, koje predsvljaju drugi objekti sa kojima saraduju, kroz argumente konstruktora, argumente *factory* metoda ili attribute klase. Sam proces je inverzan iz razloga što objekat kontroliše instanciranje zavisnih objekata direktnom konstrukcijom njihovih klasa.

Osnovni paketi *Spring Framework Ioc* kontejnera su *org.springframework.beans* i *org.springframework.context*. Interfejs *BeanFactory* pruža napredne konfiguracione mehanizme za upravljanje objektima bilo kog tipa. *ApplicationContext* predstavlja pod-interfejs *BeanFactory* interfejsa i pruža podršku za laku integraciju sa *Spring AOP*, rukovanje resursima (internacionalizacija) i specifičnim kontekstima kao što je

WebApplicationContext koji se koristi u internet aplikacijama.

Interfejs *ApplicationContext* predstavlja *Spring IoC* kontejner i odgovoran je za instanciranje, konfigurisanje i povezivanje binova. Način na koji će binovi biti instancirani, konfigurisani ili povezani kontejner zna čitajući konfiguracione metapodatke. Konfiguracija je reprezentovana u XML datotekama, Java anotacijama ili Java kodom. Postoji nekoliko implementacija *ApplicationContext* interfejsa koje podržava *Spring*. Za samostalne aplikacije karakteristični su *ClassPathXmlApplicationContext* ili *FileSystemXmlApplicationContext*. Dok je XML bio tradicionalni format za definisanje konfiguracionih

metapodataka sada možemo podesiti kontejner da koristi Java anotacije ili kod kao format metapodataka.

1.2 XML konfiguracija

Spring Ioc kontejner koristi konfiguracione metapodatke koji reprezentuju način kako *Spring* kontejner instancira, konfigurise i povezuje objekte u aplikaciji. Tradicionalni način da se to postigne je pisanje jednostavnog i intuitivnog XML formata. Ovakva konfiguracija sadrži najmanje jedan a obično mnogo više bin definicija kojima kontejner mora da rukuje. Binovi su definisani kao podelementi `<beans />` elementa u XML konfiguraciji. Definisani binovi odgovaraju konkretnim objektima koji sačinjavaju aplikaciju. Obično su to objekti servisnog sloja, DAO objekti, prezentacioni objekti, infrastrukturni objekti itd. Domenski objekti ne predstavljaju deo ove konfiguracije zato što su za njihovo kreiranje i učitavanje odgovorni DAO objekti i poslovna logika.

1.2 Konfiguracija bazirana na anotacijama

Alternativni način konfiguracije je konfiguracija bazirana na anotacijama. Postavlja se pitanje da li je ovaj pristup konfiguracije bolji od XML načina? Pravi odgovor zavisi od situacije u kojoj se koristi. I jedan i drugi pristup imaju svoje prednosti i mane a na programeru je da odluči koja strategija je u datom trenutku bolja. Koristeći anotacije na klase, metode ili attribute uvodi se dosta konteksta u njihove deklaracije što vodi ka kraćoj i sažetijoj konfiguraciji. Sa druge strane XML prednjači u povezivanju komponenti bez njihovog rekompajliranja. Upotreba oba načina može da dovede do decentralizovane konfiguracije koja je teška za održavanje.

U sledećoj tabeli broj 1 prikazane su najkorišćenije anotacije.

Tabela br. 1 Anotacije koje su najviše korišćene

Spring	javax.inject.*	Komentar/razlike
@Autowired	@Inject	nema "required" atribut
@Component	@Named	-
@Qualifier	@Named	-
@Value	-	nema ekvivalentne
@Required	-	nema ekvivalentne
@Lazy	-	nema ekvivalentne

1.3 Konfiguracija Java kodom

U novoj *Spring Java* baziranoj konfiguraciji centralne klase su klase anotirane *@Configuration* anotacijom. Ove klase sadrže metode anotirane sa *@Bean* anotacijom koja definiše instanciranje, konfigurisanje, i logiku za inicijalizaciju objekata kojima upravlja *Spring IoC* kontejner. Klasa anotirana *@Configuration* anotacijom indicira da može biti korišćena od starane *Spring IoC* kontejnera kao izvor bin definicija.

2. SPRING MVC RADNI OKVIR

Spring Web model-view-controller (MVC) radni okvir je postavljen oko *DispatcherServlet*-a koji prosledjuje

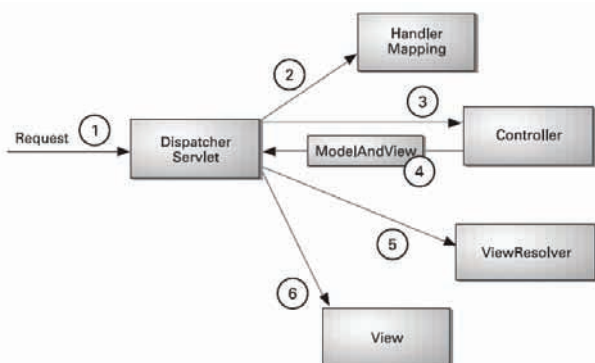
zahteve kontrolerima. Osnova kontrolera je zasnovana na `@Controller` i `@RequestMapping` anotacijama koje pružaju niz mogućnosti za rukovanje metodama. `@Controller` anotacija takodje omogućuje kreiranje *RESTful* aplikacija koristeći `@PathVariable` anotaciju i druge prednosti. U ovom radnom okviru bilo koji objekat se može koristiti kao komandni što znači da ne moramo da implementiramo specifične interfejske i klase. Fleksibilnost mapiranja podataka i kontrolera na element prezentacionog sloja (stranice) je na visokom nivou. Kontroler je odgovoran za pripremanje modela sa podacima i odabir same stranice. Model (M u MVC) predstavlja *Map* interfejs koji dozvoljava potpunu apstrakciju prezentacionih tehnologija. To znači da možemo direktno da itegrišemo tehnologije kao što su JSP, Velocity, Freemarker i druge. Neke od prednosti ovog radnog okvira su:

- ^ jasna razlika izmedju uloga
- ^ konfiguracija klasa kao Java binova
- ^ adaptivnost i fleksibilnost
- ^ kod implementiran na poslovnom sloju je moguće ponovo iskoristiti
- ^ upravljivo mapiranje i odabir elementa na prezentacionom sloju
- ^ upravljiva validacija
- ^ fleksibilan transer modela
- ^ *Spring* tag biblioteka
- ^ JSP form tag biblioteka
- ^ *HTTP request* i *HTTP session* životni ciklus binova

2.1 DispatcherServlet

Spring web MVC radni okvir je, kao i drugi *MVC* radni okviri, vođen zahtevima i dizajniran oko centralnog servleta koji prosledjuje zahteve kontrolerima i nudi niz funkcionalnosti koje upotpunjuju razvoj *web* aplikacija. Medjutim, *Spring-ov DispatcherServlet* nudi više od toga. U potpunosti je integrisan sa *Spring IoC* kontejnerom i zbog toga omogućuje korišćenje svih prednosti koje *Spring* pruža. Procesuiranje zahteva je prikazano na sledećoj slici.

DispatcherServlet predstavlja *Servlet* (nasledjuje *HttpServlet* klasu) i kao takav mora da se deklarise u *web.xml* naše aplikacije. Takođe potrebno je mapirati zahteve kojima će ovaj servlet da rukuje. Ovakav način konfiguracije predstavlja standardnu Java EE Servlet konfiguraciju.



Slika broj 1. Standardna Java EE Servlet konfiguracija

3. SPRING SECURITY

Bezbednost je danas najosetljiviji aspekt svake *web* aplikacije. U vreme kada je internet kriminal svakodnevnica a pojedinci neprestalno pokušavaju da ukradu podatke, novac ili čak identitet, pametna i sveobuhvatna upotreba bezbednosti predstavlja ključni element svakog projekta. Programeri moraju preduzeti neophodne korake kako bi informacije kojima rukuje aplikacija ostale zaštićene. Bez obzira da li je u pitanju email nalog zaštićen korisničkim imenom i lozinkom ili račun zaštićen PIN kodom, bezbednost je, definitivno, ključan aspekt skoro svake aplikacije. Nije slučajno bezbednost aplikacije opisana kao aspekt. Bezbednost nadmašuje samu funkcionalnost aplikacije. U većini slučajeva aplikacija ne bi trebalo da ima uticaj na bezbednost. Iako je moguće a i ne redak slučaj da aplikacija sadrži bezbednosne mehanizme u samom kodu bolje je bezbednosne mehanizme odvojiti od same aplikacije.

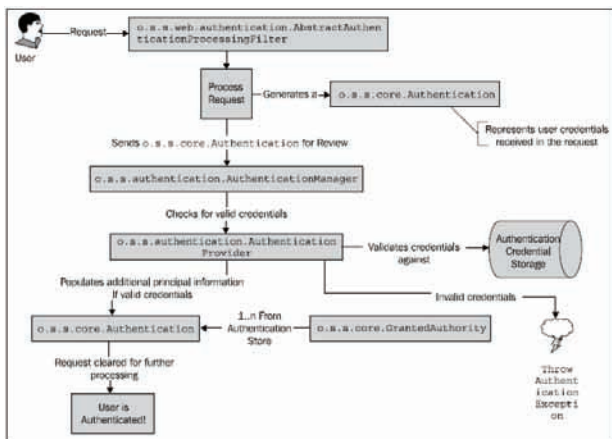
Spring Security je bezbednosni radni okvir implementiran sa *Spring* aspekt orjentisanim tehnikama i servlet filterima. *Spring Security* je bezbednosni radni okvir implementiran sa *Spring AOP* i servlet filterima i pruža deklarativnu bezbednost za *Spring* baziranu aplikaciju. Implementiran na ovakav način, *Spring Security* se ponaša kao aspekt u odnosu na funkcionalnost aplikacije i koristi sve prednosti koje *Spring AOP* pruža. Omogućuje rukovanje autentifikacijom i autorizacijom kako na *web request* tako i na *method invocation* nivou. Baziran na *Spring* radnom okviru *Spring Security* koristi sve prednosti koje pruža *dependency injection* (DI) i aspekt orijentisane tehnike.

3.1 Procesuiranje zahteva

Spring Security arhitektura se oslanja na delegiranje i servlet filtere koji omogućuju niz funkcionalnosti oko konteksta *web* zahteva. Servlet filteri (klase koje implementiraju *javax.servlet.Filter* interfejs) se koriste da presreću korisničke zahteve i izvrše redirekciju ili pre ili post procesuiranje u zavisnosti od samog filtera. Krajnji servlet je *Spring MVC DispatcherServlet*, ali teoretski to može biti bilo koji *web* servlet. *auto-config* atribut u *Spring Security* XML konfiguraciji uvodi niz od deset servlet filtera kroz koje prolazi zahtev a koji su omogućeni koristeći Java EE servlet filter lanac. Filter lanac je Java EE Servlet API koncept koji je specificiran od strane *javax.servlet.FilterChain* interfejsa i omogućuje da svaki zahtev ka aplikaciji bude redirektovan na niz filtera. Svaki zahtev prolazi kroz niz filtera i biva procesuiran svakim filterom posebno.

3.2 Autentifikacija

Unešeni korisnički kredencijali u formi za prijavljivanje moraju biti verifikovani kako bi pristup bezbednoj aplikaciji bio omogućen. Verifikacioni proces uključuje niz logičkih komponenti koji enkapsuliraju aspekte autentifikacionog procesa. Važni interfejsi karakteristični za ovaj proces su prikazani u sledećem dijagramu broj 4.



Dijagram br. 4 Važni interfejsi

3.3 Autorizacija

Poslednji servlet filter u nizu osnovnih Spring Security filtera se naziva FilterSecurityInterceptor koji je odgovoran za donošenje odluke da li će konkretan zahtev biti prihvaćen ili odbijen. U ovom koraku korisnik je već autentifikovan i sistem prepoznaje validnog korisnika. Podsetimo se da Authentication interfejs specificira metodu `List<GrantedAuthority> getAuthorities()` koja vraća prava korisnika i na osnovu koje će zahtev biti prihvaćen ili odbijen što pokazuje da je ova odluka binarna. U Spring Security okruženju AccessDecisionManager interfejs specificira dve metode koje utiču na proces donošenja odluke.

- ▲ supports: ova logička operacija poredi dve metode i određuje da li je zahtev podržan
- ▲ decide: omogućuje verifikaciju i na osnovu konfiguracije određuje da li će zahtev biti odbijen ili ne. Nema povratnu vrednost nego baca izuzetak u koliko je zahtev odbijen

Najučestaliji izuzetak koji se pojavljuje je AccessDeniedException. Osnovna AccessDecisionManager implementacija pruža mehanizam za donošenje odluka baziran na AccessDecisionVoter interfejsu koji ima posebnu ulogu u autorizacionom procesu i odgovoran je za evaluaciju sledećeg:

- ▲ kontekst zahteva za resurs (npr. zahtev za URL IP adresu)
- ▲ korisničke kredencijale
- ▲ pristup resursu
- ▲ konfiguracione parametre sistema

AccessDecisionVoter donosi jednu od tri odluke čije su definicije mapirane na konstante prikazane u sledećoj tabeli broj 2.

Tabela 2. AccessDecisionVoter

Tip odluke	Opis
Dozvoljen (ACCESS_GRANTED)	Dozvoljen pristup resursu
Zabranjen (ACCESS_DENIED)	Zabranjen pristup resursu
Uzdržan (ACCESS_ABSTAIN)	Odluka nije donešena

ZAKLJUČAK

Upotreba internet aplikacija za poslovne potrebe, prvenstveno za transfer novca, je danas izuzetno zastupljena. Bezbednost je ključni aspekt takvih ali i mnogih drugih aplikacija koje rukuju poverljivim informacijama. Zloupotreba informacija kojima rukuje aplikacija se ne sme dozvoliti jer bi posledice mogle da budu nesagledive. Uvek treba imati na umu da je internet kriminal prisutan svakodnevno i od njega se treba zaštititi. Kao što je prikazano kroz rad na primeru upotrebe Spring Security okruženje na vrlo jednostavan način pruža dovoljnu bezbednost koju danas svaka osnovna internet aplikacija zahteva. Baziran na Spring radnom okviru Spring Security koristi sve prednosti koje pruža dependency injection (DI) i aspekt orijentisane tehnike. Kao takvo okruženje njegova konfiguracija i upotreba je izuzetno jednostavna što predstavlja još jednu prednost koja nam je omogućena.

LITERATURA

[1] C. Walls. Spring in Action 3rd edition. Manning Publications Co., Shelter Island, 2011.

ISBN 978-1-935182-35-1

[2] P. Mularien. Spring Security 3. Packt Publishing Ltd, Birmingham, 2010. ISBN 978-1-847199-74-4

[3] A. R. Seddighl. Spring Persistence with Hibernate. Packt Publishing, Birmingham 2010.

ISBN 978-1-430226-32-1

[4] <http://www.springsource.org/> Spring reference documentation

[5] J. Bloch. Effective Java 2nd edition. Addison Wesley, Boston, 2008. ISBN 978-0-321-35668-0

Kratka biografija:

Ljubomir Paskali rođen je u Novom Sadu 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2012.god.

HMM-BASED SPEECH SYNTHESIS FOR THE SERBIAN LANGUAGE

Edvin Pakoci, *Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, wpt.tihhy@gmail.com*
Robert Mak, *Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, robertmak88@gmail.com*

Abstract – In this paper, a text-to-speech (TTS) synthesis system for Serbian based on hidden Markov models (HMMs) is presented. This is the first HMM-based synthesizer that can be successfully used on Serbian texts. It uses static and dynamic mel-generalized cepstrum (MGC) coefficients as spectral parameters for training context-dependent phone models, while as excitation parameters static and dynamic log-frequency patterns are used. HMM state durations are modeled by respective Gaussian probability distributions. The system chooses appropriate synthesis parameters directly from trained HMMs, according to input text labels. Listening tests showed good overall speech quality, but with some characteristic flaws that can be overcome by using more advanced techniques.

1. INTRODUCTION

As speech is an obviously important part of interaction between people, there have been many attempts to incorporate it into communications systems between humans and machines. As computers are getting more and more advanced and powerful, the demands for the quality of that speech are also getting higher. These demands are related to every field of speech processing, including TTS as one of its key components. The text can originate either from a person who typed it in, or from a machine that has produced it as a response to an action. The applications of TTS systems are numerous (e.g. information access, aid for the handicapped, speech transfer over the Internet, learning foreign languages, fun & games, etc).

This paper focuses on one of the possible approaches to TTS, the one based on HMMs, for the Serbian language. Most contemporary speech synthesis systems still use unit selection techniques (synthesis by concatenating existing speech segment waveforms from a database). Some of these techniques show great results in generating natural-sounding speech, but require a big waveform database, and in addition cannot be used to synthesize arbitrary voices or various speaking styles. Such a system already exists for the Serbian language, but suffers from inherent drawbacks of unit-selection based synthesis – occasional presence of various artefacts on junctures of adjacent speech units, high memory requirements, impossibility to synthesize units that do not exist in the corpus and low system flexibility (e.g. it is impossible to introduce a certain emotion into speech by varying parameters). The construction of HMM-based TTS systems, which are able to overcome these drawbacks, is essentially different. In this approach parameters for synthesized speech are generated directly from appropriate

HMMs, chosen by a certain criterion, under particular constraints between static and dynamic features – this results in smoother speech parameter trajectories and thus contributes to the naturalness of output speech [1].

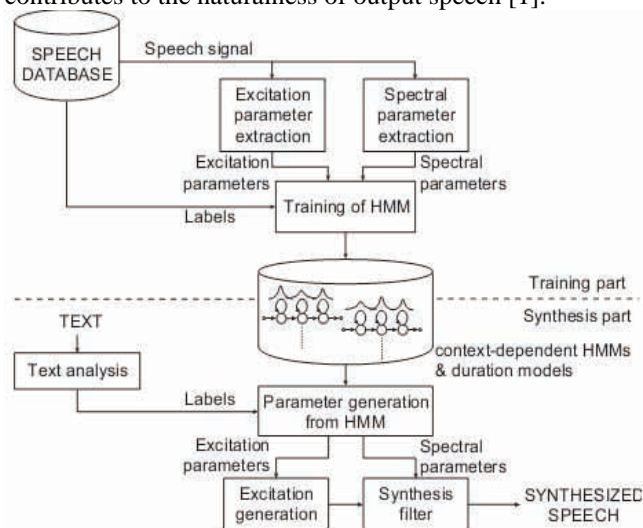


Fig.1. A typical HMM-based TTS system [2]

Several software tools were used in creating this synthesizer, during various phases of the process. The main tool was the HMM-based speech synthesis system (HTS) [3], that was used for modeling spectrum, pitch and duration by context-dependent HMMs as well as speech parameter generation. Beside it, the speech signal processing toolkit (SPTK) [4] and its functions were used both in extracting features from the database and waveform generation. Another way to get the resulting speech signal was using the hts_engine software [5].

2. HMM-BASED TTS SYSTEM OVERVIEW

In this section a typical HMM-based TTS system, that was also used for creating the Serbian language synthesizer, is presented. Its structure corresponds to that shown in Figure 1. It consists of two main modules – training and synthesis. In the first one, MGC coefficients (as spectral parameters) and F_0 (pitch) sequences (as excitation parameters) are extracted from recorded utterances in the database. Then, dynamic features (delta and delta-delta) are calculated from them. All the features are then combined frame by frame into composite observations, which are used for the training of HMMs for each phone, taking context-dependancy into account. In the synthesis module, after the input text has been converted into a sequence of appropriate context-dependent HMMs, utterance HMMs are constructed by concatenating single-phone HMMs, which are used to generate sequences of speech parameters from trained HMMs using the speech parameter generation algorithm. The resulting speech is finally synthesized using the mel log spectral approximation (MLSA) filter.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Milan Sečujski. Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Zlatibor, jun 2012.

The HMM training and parameter generation blocks are going to be explained in detail in following sections about modeling and generation of spectral and pitch parameters, as well as about the implementation of algorithms using the mentioned software tools afterwards. Finally, the synthesis results are going to be presented.

3. MODELING AND GENERATION OF SPEECH PARAMETERS

In a typical parameter-based speech synthesis system, the first step is the extraction of speech parameters and modeling them by generative models (such as HMMs). Maximum likelihood (ML) criterion is used for estimating model parameters like

$$\hat{\lambda} = \arg \max_{\lambda} P(\mathbf{O} | \mathbf{W}, \lambda), \quad (1)$$

where λ is the set of model parameters, \mathbf{O} the training data (observations) and \mathbf{W} the set of word sequences that correspond to \mathbf{O} . Expectation maximization (EM) algorithm is used for this, like in speech recognition, with the difference that both spectral and excitation parameters are extracted from the database and modeled by a set of context-dependent multi-stream HMMs. Also, both linguistic and prosodic contexts are also taken into account [6]. For the given word sequence w to be synthesized and the estimated model set $\hat{\lambda}$, it is necessary to generate an observation sequence \mathbf{o} that maximizes the emission probabilities as

$$\hat{\mathbf{o}} = \arg \max_{\mathbf{o}} P(\mathbf{o} | w, \hat{\lambda}). \quad (2)$$

Speech parameter generation algorithm [7] can be summarized as follows. The phonetic transcription of w is considered to be known. For the given HMM λ , a sequence of observation vectors $\mathbf{o} = [\mathbf{o}_1^T, \mathbf{o}_2^T, \dots, \mathbf{o}_T^T]^T$ (for one utterance) needs to be determined, which maximizes

$$P(\mathbf{o} | \lambda) = \sum_q P(\mathbf{o} | \mathbf{q}, \lambda) P(\mathbf{q} | \lambda) \approx \max_q P(\mathbf{o} | \mathbf{q}, \lambda) P(\mathbf{q} | \lambda). \quad (3)$$

In the equation above, $\mathbf{q} = \{q_1, \dots, q_T\}$ represents the sequence of states, with T being the number of frames in \mathbf{o} . The problem can be divided into two maximization problems: first, the sequence \mathbf{q} is determined independently of \mathbf{o} , and then the observation vector \mathbf{o} is determined for the fixed state sequence:

$$\hat{\mathbf{q}} = \arg \max_{\mathbf{q}} P(\mathbf{q} | \lambda), \quad (4)$$

$$\hat{\mathbf{o}} = \arg \max_{\mathbf{o}} P(\mathbf{o} | \hat{\mathbf{q}}, \lambda). \quad (5)$$

The sequence of states is completely determined by individual state durations. Duration probabilities are modeled by a single Gaussian distribution per state (for each HMM). These distributions can be divided into streams. Such a model allows easy manipulation with the speech rate [8].

One of the possible solutions for the second maximization problem is the following. Figure 2 shows an example of parameter generation from an utterance HMM. Each vertical dashed line represents a state output. It is assumed that the covariance matrix is diagonal, so that each state is described by its mean and variance. By maximizing the output probabilities, the observation sequence becomes a sequence of mean vectors, which results in a step-wise function (this is the most likely sequence based on ML criterion). As this leads to discontinuities in synthesized speech, dynamic features (both delta and delta-delta) are taken into account, expanding the observation vector by the factor of 3. Dynamic features can be obtained by a linear combination of adjacent static features:

$$\Delta \mathbf{c}_t = \frac{\partial \mathbf{c}_t}{\partial t} \approx 0.5(\mathbf{c}_{t+1} - \mathbf{c}_{t-1}), \quad (6)$$

$$\Delta^2 \mathbf{c}_t = \frac{\partial^2 \mathbf{c}_t}{\partial t^2} \approx \mathbf{c}_{t+1} - 2\mathbf{c}_t + \mathbf{c}_{t-1}. \quad (7)$$

In these equations, $\mathbf{c} = [\mathbf{c}_1^T, \mathbf{c}_2^T, \dots, \mathbf{c}_T^T]^T$ is a sequence of static feature vectors.

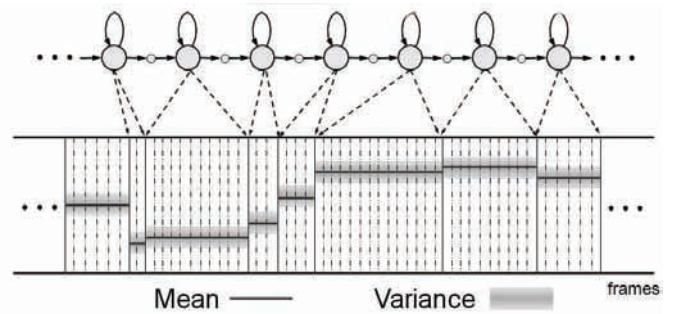


Fig.2. Generated parameters example (ML criterion) [2]

The relationship between vectors \mathbf{o} and \mathbf{c} can now be represented in matrix form as $\mathbf{o} = \mathbf{W}\mathbf{c}$, where the matrix \mathbf{W} is defined by the following equations:

$$\mathbf{W} = [\mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2, \dots, \mathbf{w}_t, \dots, \mathbf{w}_T]^T, \quad (8)$$

$$\mathbf{w}_t = [\mathbf{w}_t^{(0)}, \mathbf{w}_t^{(1)}, \mathbf{w}_t^{(2)}]^T, \quad (9)$$

$$\mathbf{w}_t^{(0)} = \left[\mathbf{0}_{M \times M}, \dots, \mathbf{0}_{M \times M}, \mathbf{I}_{M \times M}, \mathbf{0}_{M \times M}, \dots, \mathbf{0}_{M \times M} \right], \quad (10)$$

$$\mathbf{w}_t^{(1)} = \left[\mathbf{0}_{M \times M}, \dots, -\frac{1}{2}\mathbf{I}_{M \times M}, \mathbf{0}_{M \times M}, \frac{1}{2}\mathbf{I}_{M \times M}, \dots, \mathbf{0}_{M \times M} \right], \quad (11)$$

$$\mathbf{w}_t^{(2)} = \left[\mathbf{0}_{M \times M}, \dots, \mathbf{I}_{M \times M}, -2\mathbf{I}_{M \times M}, \mathbf{I}_{M \times M}, \dots, \mathbf{0}_{M \times M} \right]. \quad (12)$$

(4) In (10), (11) and (12) all submatrices not shown are zero matrices ($M \times M$). As the observations vector is a linear combination of static features, maximizing $P(\mathbf{o} | \hat{\mathbf{q}}, \lambda)$ with respect to \mathbf{o} is equivalent to maximization with respect to \mathbf{c} . By setting the derivative by \mathbf{c} equal to zero, we obtain

$$\mathbf{W}^T \Sigma_{\hat{\mathbf{q}}}^{-1} \mathbf{W} \hat{\mathbf{c}} = \mathbf{W}^T \Sigma_{\hat{\mathbf{q}}}^{-1} \boldsymbol{\mu}_{\hat{\mathbf{q}}}, \quad (13)$$

where

$$\boldsymbol{\mu}_{\hat{q}} = \left[\boldsymbol{\mu}_{\hat{q}_1}^T, \boldsymbol{\mu}_{\hat{q}_2}^T, \dots, \boldsymbol{\mu}_{\hat{q}_T}^T \right]^T, \quad (14)$$

$$\boldsymbol{\Sigma}_{\hat{q}} = \text{diag} \left[\boldsymbol{\Sigma}_{\hat{q}_1}, \boldsymbol{\Sigma}_{\hat{q}_2}, \dots, \boldsymbol{\Sigma}_{\hat{q}_T} \right]. \quad (15)$$

The dimensionality of (13) may be quite high (\mathbf{c} includes feature vectors of a whole utterance), but since \mathbf{W} is very sparse, this can be solved by a fast algorithm.

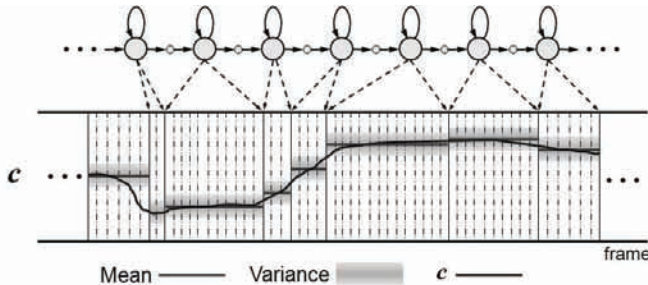


Fig.3. *Generated parameters (with dynamic features)* [2]

Figure 3 shows the generated parameter trajectory for one of the static spectral features under constraints between static and dynamic features. These trajectories are realistic, defined by the statistics of static and dynamic features.

4. PITCH (F_0) MODELING

It is convenient to model both spectral parameters and F_0 by HMMs. However, since fundamental frequency is not defined in unvoiced regions, a more general model has to be used, and that is HMM based on multi-space probability distributions (MSD-HMM). Here, F_0 observation sequences consist of one-dimensional continuous values (that correspond to a continuous Gaussian distribution) for voiced regions, and discrete (zero-dimensional) symbols for unvoiced regions. Each HMM state also has space weights, which represent the probabilities of voiced and unvoiced.

Since in unvoiced regions F_0 observations now become sequences of the abovementioned discrete symbol, appropriate state transitions cannot be obtained. This is why F_0 observations are combined frame by frame with spectral parameters, and modeled by multi-stream MSD-HMMs [1]. Also, dynamic F_0 observations are taken into account, and thus the resulting model has four streams – one for spectral features (static, Δ and Δ^2), and one each for F_0 , ΔF_0 and $\Delta^2 F_0$.

5. DECISION TREE-BASED CONTEXT CLUSTERING

As stated before, context-dependent phone HMMs are trained for each contextual factor combination in the database (phonetic, linguistic and prosodic). Since that results in a huge possible number of models, out of which many will not even exist in a finite-sized database, similar models are clustered into sets (leaves) that share parameters (output distributions) using a binary decision tree. Each node in the tree (excluding the leaf nodes) represents a contextual yes/no question that splits that node into two child-nodes. The choice of the optimum question is based on the maximization of log likelihood increase that is

obtained by splitting the node (ML criterion) or, like in this Serbian language synthesizer, on the minimum description length (MDL) criterion.

Since individual contextual factors affect spectrum, F_0 and duration differently, separate decision trees are used for each. Moreover, states in the same position in HMMs are clustered independently. That results in, e.g. for 4-state MSD-HMMs, 9 decision trees in all (4 for spectrum, 4 for F_0 and the last one for duration distributions).

6. EXPERIMENT AND RESULTS

For the experiment, HMMs were trained on the voice of one female Serbian speaker (Snežana), with overall speech data duration of around 5 hours. The database consists of 2187 recorded utterances (sampled at 22.05 kHz), and associated transcriptions (labels) that include phonetic, linguistic and prosodic contexts. It was provided by the company “AlfaNum” [9], the leader in the research and development of speech technologies for the Serbian language. The labels were converted into HTS format using C++. For database analysis and parameter extraction, 25 ms frames were used (obtained using Hamming windows), with a frame shift of 3 ms. For testing and evaluation, a set of labels for 19 test utterances was used.

For modeling the spectrum, 35 static MGC coefficients (including the zeroth) were used, as well as their first and second derivatives (dynamic features). As the excitation (source) parameter, log-scaled F_0 was used – static and dynamic. All in all, 108-dimensional observation vectors were considered. Every phone was modeled by a sequential HMM with 4 emitting states. Each state has 4 streams, as described previously. The spectral stream is modeled by a single Gaussian distribution (as a special case of MSD), or by a mixture of two Gaussians. F_0 streams are modeled by MSDs. Furthermore, context-dependent duration HMMs were constructed for modeling state duration probabilities (a single Gaussian distribution for each of the 4 states).

HMM training consisted of following steps (for all the steps HTS tools were used). Firstly, monophone HMMs were formed and initialized by the segmental k-means algorithm for each monophone (a total of 87, including damaged and silence models). Then, the initial parameters were reestimated by the Baum-Welch algorithm. After that, model variances were floored (if necessary), and the parameters were reestimated through 5 iterations of embedded Baum-Welch algorithm. The next step was the cloning of monophone HMMs into initial context-dependent models (over 133,000). For these models, parameters were firstly reestimated by the embedded algorithm. Secondly, parameters for each state were clustered using decision trees (a total of 9, as described previously) based on the MDL criterion. All the HMMs were then reestimated using embedded Baum-Welch algorithm (5 iterations). Next, the parameter structure was untied, each untied model reestimated, and then all the models were reclustered and the tied parameters reestimated (5 iterations). These steps helped in improving the final model accuracies. The resulting number of models for the 9 decision trees varied between 0.5% and 2.5% of the initial number.

Several methods for synthesis of test labels were used. HTS provided the functions for generating speech parameter sequences for test utterances, whose HMMs are obtained by concatenation of HMM states in appropriate leaf nodes, according to test labels. Unseen models (not present in the training set) can also be synthesized from a similar trained HMM by tracing the decision tree. Three algorithms for generating MGC sequences from [7] were used – when output probabilities are modeled by one Gaussian, by two Gaussian mixtures and using semi-tied covariance matrices, respectively. For F_0 generation, firstly unvoiced frames are determined based on the discrete symbol output probability, and then the sequences of F_0 values are determined for voiced frames only, using the estimated Gaussian distributions. Excitation is then generated using SPTK (source is modeled either with a pulse train or white noise). SPTK is also used for synthesizing waveforms. Another way the test waveforms were synthesized was using the `hts_engine` application.

Figure 4 shows the spectrograms for one of the synthesized test utterances, using the mentioned methods (from top) – one mixture, two mixtures, semi-tied covariance matrices, `hts_engine`. The uttered sentence in Serbian is “A sada hoću da zamislite da je ovo vaš život”.

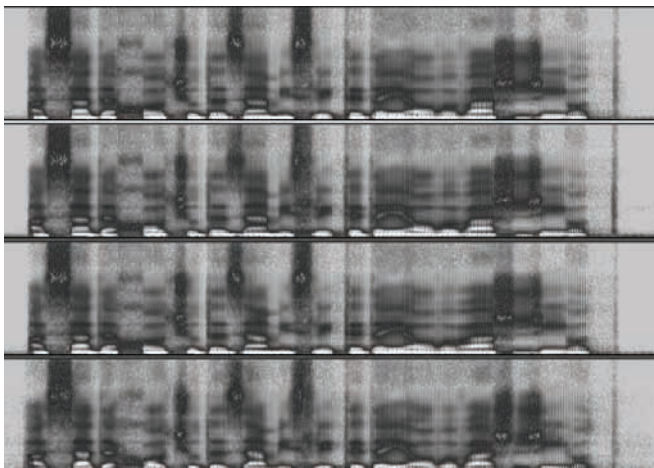


Fig.4. Spectrograms of synthesized test utterances

Listening tests were performed with 10 listeners for all the methods. The general conclusion was that all the synthesized utterances sound good, especially the prosodic characteristics, which are at a very high level due to F_0 and duration modeling. The speech is highly natural and comprehensible, with continuous quality, and without occasional degradations characteristic of unit-based synthesis. Yet, there are some factors that reduce the overall quality of the synthesized speech based on HMMs. Firstly, it has a distinctive artificial tone that is a result of statistical modeling and usage of traditional feature generation methods from parameters. The generated static feature vectors are usually over-smoothed which causes the speech to sound muffled. Furthermore, the vocoding techniques that are used to emulate natural human voice generation by vocal folds are too simple, so a constant, audible buzzing exists, especially on vowels and fricatives.

The difference between the results obtained by the four methods is almost negligible. All of them can be described by the previously stated characteristics. The speech

obtained using `hts_engine` sounds a bit louder, but other than that, the resulting speech signals are practically indistinguishable.

7. CONCLUSIONS

In the experiment an HMM-based TTS system for Serbian was constructed, and its results evaluated. It was shown that the synthesized speech is natural and comprehensible, but with some flaws that degrade its overall quality. Without improvements, the existing unit-selection based system for the Serbian language is still slightly better.

Progress can be made by overcoming the stated flaws, which can be done by taking global variance into consideration in the parameter generation algorithm – this approach introduces penalties which prevent over-smoothing [10], and utilizing glottal inverse filtering – this results in a more realistic excitation (glottal flow pulses). The future work will be oriented in these directions.

8. ACKNOWLEDGMENTS

The author wishes to give special thanks to Robert Mak for his cooperation on this project and all the preceding work, and also his mentors and professors Nikša Jakovljević, MSc, Milan Sečujski, PhD, Darko Pekar, MSc, and the AlfaNum team which provided the database, equipment and many useful suggestions for which the author is sincerely thankful.

REFERENCES

- [1] T. Masuko, *HMM-based Speech Synthesis and Its Applications*, Doctoral Thesis, November 2002.
- [2] http://hts.sp.nitech.ac.jp/archives/2.2/HTS_Slides.zip (March 21, 2012)
- [3] H. Zen, T. Nose, J. Yamagishi, S. Sako, T. Masuko, A. Black and K. Tokuda, *The HMM-based Speech Synthesis System (HTS) Version 2.0*, Proc. 6th ISCA Workshop Speech Synth., pp. 294-299, August 2007.
- [4] <http://sp-tk.sourceforge.net/> (21 March, 2012)
- [5] <http://hts-engine.sourceforge.net/> (21 March, 2012)
- [6] H. Zen, K. Tokuda and A.W. Black, *Statistical Parametric Speech Synthesis*, Speech Comm., vol. 51, no. 11, pp. 1039-1064, 2009.
- [7] K. Tokuda, T. Yoshimura, T. Masuko, T. Kobayashi and T. Kitamura, *Speech Parameter Generation Algorithms for HMM-based Speech Synthesis*, Proc. ICASSP, pp. 1315-1318, Istanbul, Turkey, June 2000.
- [8] T. Yoshimura, K. Tokuda, T. Masuko, T. Kobayashi and T. Kitamura, *Duration modeling for HMM-based speech synthesis*, Proc. ICSLP, pp. 29-32, 1998.
- [9] <http://www.alfanum-global.com/> (21 March, 2012)
- [10] R. Mak and E. Pakoci, *Use of Global Variance for the Enhancement of HMM-based Speech Synthesis in Serbian*, article submitted to 56th Conference ETRAN 2012, currently under review.



REALIZACIJA JAVA-SCRIPT DODATAKA ZAHTEVANIH HBBTV STANDARDOM

Boris Mlikota¹, Tomislav Maruna², Željko Lukač¹, Mario Radonjić², Branislav Veriš², Tatjana Samardžić²

¹ Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

² RT-RK d.o.o, Novi Sad

mlikota.boris@gmail.com, Tomislav.Maruna@rt-rk.com, Zeljko.Lukac@rt-rk.com, Mario.Radonjic@rt-rk.com,
Branislav.Veris@rt-rk.com, Tatjana.Samardzic@rt-rk.com

Sadržaj – Ovaj rad predstavlja opis realizacije programske podrške TV prijemnika sa podrškom za HbbTV standard, kao i opis programske podrške korišćene za automatsko testiranje i verifikaciju implemetiranog rešenja.

1. UVOD

Osnovna ideja koja stoji iza HbbTV-a (*Hybrid Broadcast Broadband TV*) [1] jeste proširivanje funkcionalnosti standardnog TV prijemnika kako bi se, pored mogućnosti prikaza standardnog TV sadržaja, omogućilo izvršavanje i prikaz web aplikacija. Televizija se kao medijum konstantno razvija, nudeći krajnjem korisniku sve bogatiji sadržaj. Ono što je omogućilo napredak televizije kao medijuma jeste konstantan razvoj tehnologije, koja je omogućila da se sva potrebna tehnička rešenja integrišu u uređaj koji će cenovno biti dostupan svakom domaćinstvu. Pored televizije, internet kao medijum postaje sve važniji faktor u svakodnevnom životu čoveka. Jedan od razloga sve veće popularnosti interneta jeste to što krajnji korisnik nema pasivnu ulogu u samom procesu razmene informacija kao što je to slučaj sa televizijom. Iako je u svojim počecima internet kao medijum bio dostupan samo na PC računarima, prirodno se javlja potreba da isti bude dostupan i na TV prijemnicima (i ostalim namenskim uređajima). Bitno je napomenuti da HbbTV ne predstavlja prvi pokušaj integracije internet sadržaja u okviru TV prijemnika, ali zato predstavlja prvu zajedničku inicijativu Evropskih zemalja da se donese standard koji bi propisao šta sve mora da podrži jedan TV prijemnik kako bi bio HbbTV kompatibilan (poslednja verzija standarda nosi oznaku HbbTV 1.1.1).

U okviru HbbTV standarda je uključen i CE-HTML (*Consumer Electronics HTML*) standard koji se odnosi na sadržaj web aplikacija koje će biti distribuirane krajnjem korisniku. Naime sadržaj internet stranica namenjenih PC računarima jeste iz više razloga neprlikadan za prikazivanje i izvršavanje na TV prijemniku. Kao prvo standardne web strane su uglavnom dizajnirane tako da se za navigaciju koristi miš, dok CE-HTML propisuje da se kompletna navigacija mora obavljati pomoću tastera dostupnih na standardnom daljinskom upravljaču koji se isporučuje uz svaki TV. Sledeća bitna razlika jeste način na koji se sadržaj prezentuje korisniku tj. sadržaj aplikacija mora biti prilagođen ekranima velike dijagonale, koji će biti posmatrani sa znatno veće udaljenosti. CE-HTML se dalje oslanja na sledeće standarde: *Ecmascript 262 (JavaScript)*, *XHTML 1.0 (HTML 4, XHTML 1.0)*, *CSS TV Profile 1.0 (CSS1, CSS2, CSS3)*, *DOM 2.0, Ajax (XMLHttpRequest)*.¹

Zahvaljujući prethodno pobrojanim tehnologijama web stranice postaju interaktivno i dinamično okruženje, tako da

se sa punim pravom mogu nazivati i web aplikacijama, jer uz implemetaciju softverskih komponenti koje su glavna tema ovog rada, web aplikacijama se daje mogućnost da upravljaju određenim funkcionalnostima TV prijemnika (npr. promena tekućeg servisa, menjanje jačine zvuka, puštanje i kontrola multimedijalnih (audio/video) sadržaja, učitavanje druge web aplikacije itd.). Bitno je napomenuti da se između web aplikacija (koje se izvršavaju u okviru internet pregledača) i programske podrške TV prijemnika odvija stalna dvosmerna komunikacija tj. događaji koji se dogode u web aplikaciji utiču na izvršenje programske podrške TV prijemnika i pritom važi i obrnuto.

2. ANALIZA PROBLEMA

Stalni razvoj tehnologije omogućio je integraciju multimedijalnih sadržaja u web aplikacije i pritom se javlja problem koji se ogleda u tome da se u okviru internet pregledača mora omogućiti podrška za nepoznate multimedijalne formate, a to generalno nije primarna namena pregledača. Sa druge strane razumljiva je potreba da se reprodukcija multimedijalnih sadržaja obavlja u okviru samog pregledača jer se time isključuje potreba za korišćenjem dodatnih aplikacija, kako bi se kranjem korisniku omogućio jednostavan pristup dodatnim sadržajima. U tu svrhu je razvijen NPAPI (*Netscape Plugin Application Programming Interface*) [2] koji predstavlja programsku spregu koja omogućava relativno jednostavnu nadogradnju postojećih pregledača putem takozvanih dodataka (*plugins*). Pošto je korišćeni pregledač baziran na *Webkit* biblioteci tj. podržava NPAPI, a sam NPAPI podržava implementaciju tzv. skriptabilnih objekata (objekti kojima se zadaju komande od strane *JavaScript* koda koji predstavlja deo web aplikacije), odlučeno je da se potrebni dodaci implementiraju koristeći NPAPI. Osim pregledača baziranih na *Webkit-u*, NPAPI je podržan i od strane *Mozilla* i *Opera* pregledača, tako da samo rešenje nije vezano isključivo za jedan tip pregledača.

Skup metoda i atributa (i ostalih funkcionalnosti) koje svi dodaci moraju da podrže naveden je u okviru OIPF specifikacije [3] na koju se referencira (i dopunjuje je) HbbTV 1.1.1 standard [4]. Konkretna implementacija skupa funkcija u okviru kog je realizovana programska podrška TV prijemnika je vezana za konkretan tip prijemnika (ili familiju sličnih), dok je implementacija pregledača i *JavaScript* dodataka univerzalna i ne zavisi od same platforme. Sistem je projektovan na ovaj način kako bi se vreme integracije HbbTV rešenja svelo na minimum i kako bi samo rešenje bilo pogodno za integraciju u što veći broj različitih TV prijemnika uz minimalne izmene.

Primarna namena samih *JavaScript* dodataka jeste da predstavljaju međusloj kojim web aplikacije komuniciraju sa programskom podrškom TV prijemnika. Prilikom projektovanja sistema iz više praktičnih razloga odlučeno je da se deo HbbTV funkcionalnosti izmesti u okviru posebnog

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 44009, od 2011. god.

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Borisa Mlikote. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Banja Vrućca, juni 2011.

procesa (*Application Manager*) koji će biti zadužen za upravljanje pregledačem i pozivanje funkcija programske podrške TV prijemnika (na zahtev *JavaScript* dodataka). Sistem organizovan na ovaj način predstavlja modularnije rešenje i kao posledica toga moguće je uvesti određene mehanizme koji će služiti za oporavljanje od grešaka tj. ukoliko se dogodi situacija da sam pregledač iz bilo kog razloga otkáže, *Application Manager* proces će ustanoviti da pregledač ne odgovara na komande i npr. ponovo pokrenuti problematičnu web aplikaciju (ili prethodno pokretanu aplikaciju koja se izvršavala bez problema).

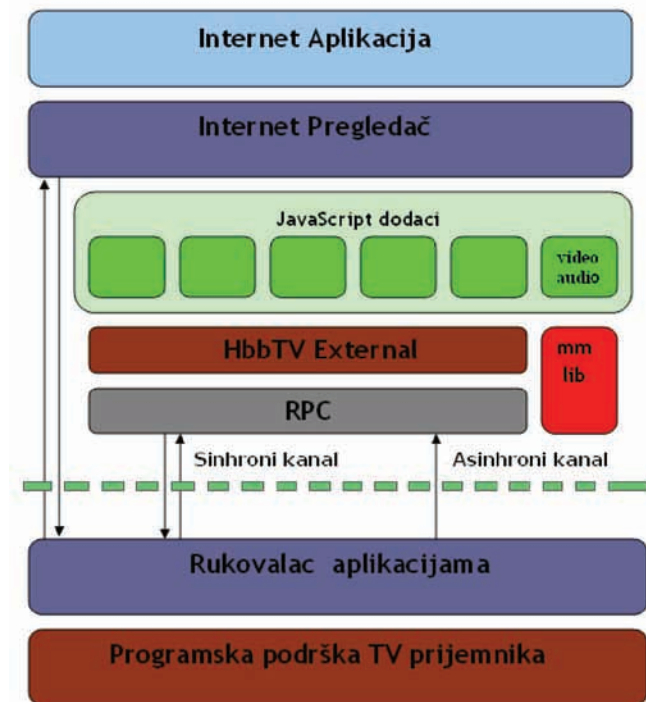


Fig. 1. Pregled arhitekture programske podrške

Sistem organizovan na ovaj način zahteva implementaciju tzv. *RPC* (*Remote Procedure Call*) mehanizma koji će omogućiti izvršavanje naredbi u okviru jednog procesa (u ovom slučaju *Application Manager*) na zahtev drugog procesa (u ovom slučaju pregledača tj. dodatka instanciranih u okviru njega). Po izvršenju naredbe, povratnu vrednost je potrebno proslediti procesu koji je inicirao pozivanje naredbe. Implementirano rešenje, koje omogućava traženu funkcionalnost, koristi *TCP/IP* utičnice (*socket-e*) i predstavlja softversku komponentu koja se može iskoristiti i van prikazanog sistema kao zasebna celina.

3. OPIS REŠENJA

Sledi opis funkcionalnosti implementiranih dodataka.

Audio-Video dodatak omogućava web aplikacijama kontrolu i jednostavno upravljanje audio-video sadržajima, koristeći jednostavan skup naredbi navedenih u *HbbTV* specifikaciji, tako da su svi detalji implementacije samog multimedijalnog *player-a* potpuno skriveni od dizajnera koji razvija web aplikaciju. Sve što je potrebno uraditi iz same web aplikacije (tj. *JavaScript* koda aplikacije) kako bi se započela reprodukcija sadržaja, jeste navesti tzv. *URL* tj. adresu sadržaja u okviru *data* atributa samog dodatka i navesti komandu *play*, nakon čega će AV dodatak potrebne informacije (*URL* sadržaja, format sadržaja i kordinate u

slučaju videa) proslediti *mmlib* biblioteci, koja je zadužena za reprodukciju multimedijalnih sadržaja.

Na najvišem nivou apstrakcije ponašanje AV dodatka se može opisati automatom stanja (Fig.2). Web aplikaciji se nudi mogućnost da u okviru AV dodatka registruje posebnu *JavaScript* funkciju koja će biti pozvana prilikom svakog prelaska u novo stanje. Na taj način web aplikacija ima uvid u trenutno stanje u kom se nalazi AV dodatak i uz pomoć tih informacija može da izvesti i krajnjeg korisnika o trenutnom stanju sistema.

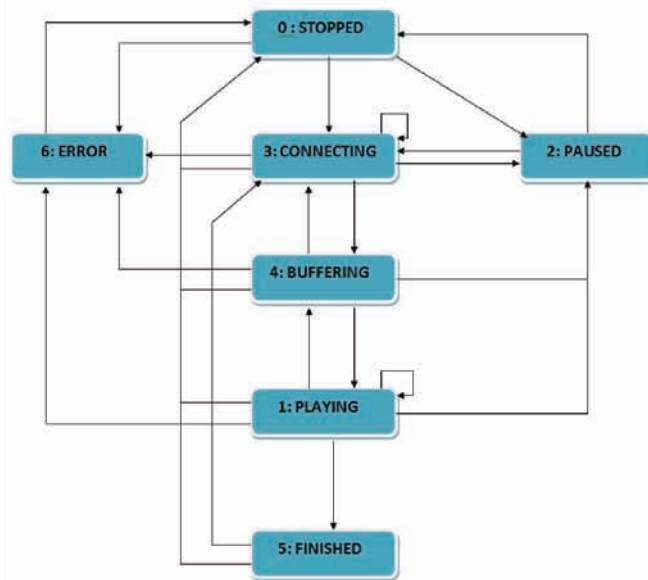


Fig. 2. Automat stanja AV dodatka

Na slici 3. vidi se primer interaktivne web aplikacije u okviru koje je uključen video sadržaj. Bitno je napomenuti da se audio/video sadržaj dostavlja putem širokopolasne (*broadband*) veze.



Fig. 3. Video sadržaj u web aplikaciji

Broadcast dodatak omogućava integraciju i kontrolu TV sadržaja u okviru web aplikacije. Između ostalog omogućava: promenu aktivnog servisa, odabir jezika, odabir prevoda, promenu jačine zvuka. Osim pobrajanog *Broadcast* dodatak omogućava dodatne informacije o: tekucem servisu, sadržaju trenutno emitovanog programa i programa koji sledi, kao i informacije o minimalnom preporucenem uzrastu za trenutno emitovani program.

Na slici 4. se vidi primer web aplikacije koja igra ulogu elektronskog vodiča, gde se korisniku pruža mogućnost da, koristeći web aplikaciju, odabare kanal koji želi da prati ili da sazna informacije o dostupnim emisijama. Ovaj primer aplikacije ujedno ilustruje kakav se rezultat može dobiti

kombinovanjem internet (transparentna web aplikacija) i TV sadržaja (TV slika u pozadini).

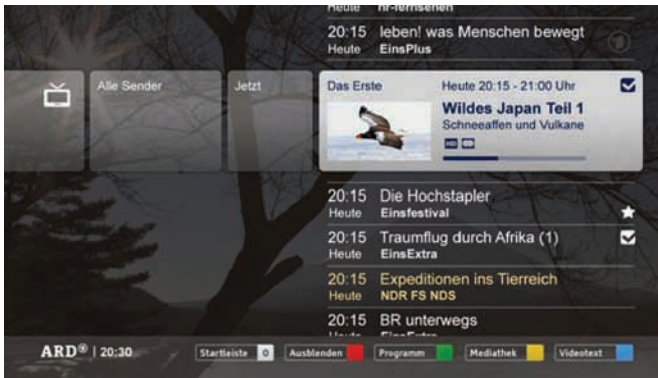


Fig.4. TV sadržaj u web aplikaciji

Prethodno navedene dodatke karakteriše to što imaju svoju vizualnu komponentu, pa se u okviru implementacije mora voditi računa o pravilnom preuzimanju koordinata video sadržaja, nakon čega se taj deo grafičke ravni učini transparentnim. Video ravan se nalazi iza grafičke ravni i u okviru nje se video sadržaj pozicionira na iste koordinate kojima se nalazi transparentna oblast iz grafičke ravni. Krajnji rezultat je takav da korisnik stiče utisak da se video i grafički sadržaj nalaze u istoj ravni tj. video sadržaj i grafika web aplikacije su uklopljeni u skladnu celinu.

Application Manager dodatak omogućava učitavanje druge web aplikacije iz konteksta postojeće, kao i mogućnost uklanjanja kompletne web aplikacije iz grafičke ravni. Osim toga vrši kontrolu aktivnog skupa tastera tj. web aplikaciji se pruža mogućnost da odabira grupu tastera na daljinskom upravljaču koja će biti prosleđivana samoj aplikaciji.

Parental Rating dodatak omogućava web aplikacijama informacije potrebne za nadzor i kontrolu prikazanog sadržaja. Informacije koje sadrži *Parental Rating* dodatak zavise od konkretnih podešavanja TV prijemnika i koriste se u okviru web aplikacija za kontrolu prikaza sadržaja koji se dostavlja putem širokopoljasne mreže.

Configuration dodatak sadrži podešavanja vezana za region, kao naprimer jezik audio komponenti ili prevoda, kao i jedinstveni indentifikator zemlje (ISO 3166).

Capabilities dodatak sadrži informacije o broju dostupnih hardverskih HD i SD dekodera dostupnih u samom TV prijemniku, kao i informacije o dodatnim mogućnostima koje podržava konkretno rešenje.

Kao što je već spomenuto svi dodaci se oslanjaju na *RPC* mehanizam koji je odgovoran za prosleđivanje zahteva za izvršenje operacija u drugi proces i vraćanje rezultata izvršenja. Najvažnije funkcionalnosti implementiranog mehanizma su: sinhrono izvršavanje operacija i asinhrono pozivanje statusnih *JavaScript* funkcija.

Sinhrono izvršenje operacija podrazumeva da će se *JavaScriptCore* komponenta pregledača (interpreter koji je zadužen za prevođenje i izvršavanje *JavaScript* koda web aplikacija) prilikom pozivanja metoda dodataka zaustaviti i sačekati onoliko koliko je potrebno samom mehanizmu da prosledi zahtev, zatim da se tražena funkcija izvrši i da se rezultat izvršenja vrati u sam dodatak, a potom iz dodatka u *JavaScriptCore* izvršni kontekst. Prilikom pozivanja metoda dolazi do višestrukih pretvaranja parametara što se vidi na priloženom dijagramu (Fig.5). Zahtevi za izvršenjem operacija (prevedeni u mrežni format) se sastoje od

jedinstvenog koda operacije i potrebnih argumenata međusobno razdvojenih delimiterima.

HbbTV specifikacija zahteva da implementirani dodaci prilikom zbivanja određenih događaja pozivaju statusne *JavaScript* funkcije, za čiju implementaciju je odgovoran autor web aplikacije. Kao primer se može navesti situacija u kojoj AV dodatak završi sa reprodukovanjem sadržaja i potom pozove korisničku *JavaScript* funkciju koja proveri stanje automata iz čega zaključi da je reprodukovanje završeno, nakon čega sama web aplikacija može da pusti neki drugi video sadržaj i sve to bez intervencije krajnjeg korisnika.

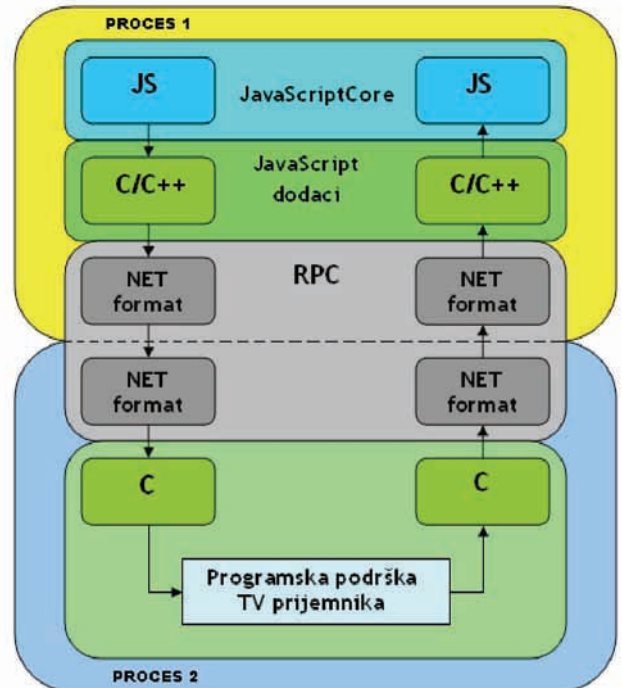


Fig.5. Sinhrono izvršenje naredbi

Postoje praktični razlozi zbog kojih *HbbTV* specifikacija zahteva implementaciju pomenutih asinhronih mehanizama. Neke od operacija koje se izvršavaju u okviru *JavaScript* koda web aplikacija traju relativno dugo vremena (npr. promena tekućeg servisa ili puštanje video sadržaja) i bilo bi nepraktično da se *JavaScript* kod zaustavi na takvoj operaciji i da bude zaustavljen sve dok se operacija u potpunosti ne izvrši. Razlog zašto bi ovakvo rešenje bilo nepraktično jeste što bi korisnik bio primoran da čeka odgovor od sistema i pošto bi u tom slučaju *JavaScript* izvršni kontekst isto bio u stanju čekanja, pa bi samim tim bilo kakva akcija u okviru aktivne web aplikacije bila nemoguća. Što znači da u okviru implementiranog skupa metoda postoji određeni broj metoda koje se sinhrono izvršavaju ali njihova povratna vrednost ne nosi informaciju o tome da li je operacija uspešno izvršena, nego samo da li je bila ispravnog formata tj. da li je prihvaćena od strane sistema. Jednom kada se u sistemu desi događaj koji je direktna posledica prethodne pomenute akcije, desiće se asinhron poziv statusne *JavaScript* funkcije koja će obavestiti web aplikaciju o trenutnom stanju sistema. U okviru implementiranog *RPC* mehanizma se za potrebe opsluživanja asinhronih poziva koristi zaseban komunikacioni kanal, koji nadgleda zasebna programska nit.

4. TESTIRANJE

Pošto je *HbbTV* nov standard (aktuelna verzija 1.1.1 je donešena 06.2010) zvaničan skup testova koji bi poslužili za sertifikaciju još uvek ne postoji. Iz tog razloga su za verifikaciju korišćene aplikacije koje se nalaze na *IRT*-ovom testnom *HbbTV* portalu. Na istom portalu se može pronaći skup testova razvijenih od strane *MIT-xperts* grupe koji u sebi sadrži testove koji obuhvataju velik deo funkcionalnosti zahtevanih samom specifikacijom i u ovom momentu predstavlja najkompletniji skup testova za verifikaciju *HbbTV* rešenja. Pomenuti testovi su podeljeni u grupe i izvršavaju se manuelno na zahtev korisnika. Po svakom izvršenom testu se korisnik obaveštava o uspešnosti, nakon čega se po želji može preći na izvršenje sledećeg testa.

Kako bi se omogućilo konzistentno testno okruženje, testovi su vršeni koristeći lokalni web server, koji je podignut u okviru *LAN*-a kojem su imali pristup svi testirani uređaji. Postojeći skup testova (*MIT-xperts*) je modifikovan na sledeći način:

- omogućeno je automatsko izvršavanje testova bez učešća korisnika.
- rezultati svakog testa se šalju web serveru, umesto da korisnik vrši vizualnu verifikaciju. Izveštaji se šalju u vidu *XMLHttpRequest*-a.
- po prijemu testnih izveštaja server na osnovu IP adrese klijenta, koji mu ispostavlja izveštaj, vrši razvrstavanje i smeštanje podataka u *MySQL* bazu.
- razvijena je web aplikacija koja zahteva od web servera izveštaj, koji se formira na osnovu podataka iz *SQL* baze. Pošto se aplikacija nalazi na web serveru, kao i aplikacije za verifikaciju, pristup je moguć sa bilo kog računara u *LAN*-u.

Svaki od poslanih izveštaja u sebi sadrži informacije o verziji testne aplikacije, oznaku grupe testova, oznaku testa u okviru grupe, vreme započinjanja i završetka testa, kao i rezultat testa. Smeštanje i razvrstavanje podataka iz *SQL* baze, kao i pravljanje krajnje statistike je realizovano uz pomoć *php* skripti koje se isto nalaze na lokalnom web serveru.

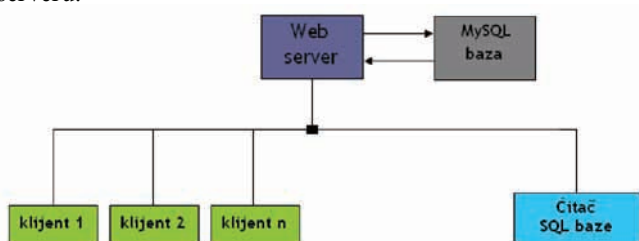


Fig. 6. Pregled testnog okruženja

Sistem organizovan na ovaj način može da radi bez nadzora jer je sam proces izvršavanja testova, kao i prikupljanje i obrada podataka, potpuno automatizovan.

Za potrebe demonstriranja mogućnosti *HbbTV* rešenja razvijena je TV Aplikacija koja koristeći *Broadcast* dodatak

integriše TV program u okviru web aplikacije. Omogućava pregled svih trenutno dostupnih servisa, promenu tekućeg servisa ili jačine zvuka. Korisniku aplikacije se ostavlja mogućnost da TV sliku pozicionira u okviru prozora koji je deo aplikacije ili preko celog ekrana, nakon čega će posle određenog vremena neaktivnosti korisnika ceo sistem menija postati potpuno transparentan, do zadavanja sledeće komande daljinskim upravljačem. Naravno sve mogućnosti aplikacije su dostupne iz jednostavnog skupa menija u okviru kojeg se navigacija obavlja daljinskim upravljačem.



Fig. 7. TV Aplikacija

5. ZAKLJUČAK

Realizovano rešenje je uspešno izvršilo većinu testova iz *Mit-xperts* testnog skupa i omogućilo je uspešan prikaz i izvršavanje *HbbTV* aplikacija dostupnih na *IRT* testnom portalu. Dalji razvoj bi obuhvatio detaljno testiranje, zvaničnu sertifikaciju, kao i portovanje i integraciju rešenja na različite platforme.

LITERATURA

- [1] Official web page : <http://www.hbbtv.org/>
- [2] NPAPI documentation : Gecko Plugin API Reference https://developer.mozilla.org/en/Gecko_Plugin_API_Reference
- [3] Open IPTV Forum Release 1 specification, volume 5: Declarative Application Environment V1.1 [2009-10-8]
- [4] HbbTV standard revision : ETSI (European Telecommunications Standards Institute) TS 102 796 v1.1.1 [2010-06]

Abstract – This paper presents a description of the implementation of Java-Script plugin-s for *HbbTV* compatible device, and a description of software used for automatic testing and verification of implemented solution.

IMPLEMENTATION OF WEB BROWSER JAVA-SCRIPT PLUGINS REQUIRED BY HBBTV STANDARD

Boris Mlikota, Tomislav Maruna, Željko Lukač, Mario Radonjić, Branislav Veriš, Tatjana Samardžić



Sistem za istovremenu verifikaciju funkcionalnosti više digitalnih prijemnika

Damjan Kuburović, Vladimir Marinković, Živko Radonjić, Branislav Zuković, Zoran Marčeta

Sadržaj — U ovom radu predstavljeno je automatsko istovremeno ispitivanje funkcionalnosti više multimedijalnih uređaja na principu crne kutije. U radu je predložena struktura i metodologija sistema sa pratećom fizičkom podrškom i sistemskom podrškom za testiranje. Takođe je opisana sama realizacija istovremenog testiranja više uređaja i grafički pikaz video sekvenci sa prijemnika. Na kraju, u rezultatima, prikazane su neke od najčešće detektovanih nepravilnosti u radu prijemnika. Pomoću ovog načina ispitivanja je ubrzan proces testiranja i obezbeđena značajna ušteda vremena i novca, koji su ključni u proizvodnji multimedijalnih uređaja. Pored toga, uvodi mogućnosti testiranja prijemnika pri emitovanju video signala uživo, kao i stres testiranja.

Ključne reči — Istovremeno automatsko ispitivanje, referentni uređaj, verifikacija funkcionalnosti prijemnika.

I. UVOD

AJNOVIJE generacije multimedijalnih uređaja objedinjuju veliki broj različitih funkcija, počevši od prikaza zvučnog i video zapisa u širokom spektru formata, preko velikog broja različitih tipova veza, pa sve do objedinjavanja donedavno nezavisnih uređaja u jednu celinu [1-3]. Zbog sve veće složenosti, javlja se potreba za njihovim sveobuhvatnim ispitivanjem.

Ispitivanju je posvećeno oko četrdeset procenata od ukupnog vremena proizvodnje. Iako se ručno ispitivanje lakše realizuje i primenjuje, ono zahteva stalno prisutvo ispitivača i iziskuje mnogo njegovog vremena. Zbog velike konkurencije i težnji da se proizvod što pre pojavi na tržištu, primena automatskog ispitivanja je postala neophodna. S druge strane, automatsko ispitivanje ima veoma složenu realizaciju i komplikovanu primenu za različite test slučajeve i tipove uređaja. U [4,5], predložen je sistem za automatsko ispitivanje na principu crne kutije, za sveobuhvatnu proveru funkcionalnosti multimedijalnih uređaja. Predloženi sistem se bazira na poređenju ulaznog i izlaznog signala uređaja koji se ispituje, kada je uređaj u

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 32041, od 2011. godine.

Damjan Kuburović, Autor, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet, Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: damjan.kuburovic@rt-rk.com).

Vukota Peković, Autor, RT-RK Computer Based Systems, Novi Sad, Srbija (e-mail: vukota.pekovic@rt-rk.com).

Vladimir Zlokolica, Autor, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet, Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: vladimir.zlokolica@rt-rk.com).

Željen Trpovski, Autor, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet, Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: zeljen.trpovski@ktios.net).

Nikola Teslić, Autor, RT-RK Computer Based Systems, Novi Sad, Srbija (e-mail: nikola.teslic@rt-rk.com).

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Damjana Kuburovića. Mentor je bio prof. dr Željen Trpovski.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2011.

unapred postavljenom stanju. Iako ovakvo rešenje ne zahteva poznavanje unutrašnje logike uređaja, realizovano ispitivanje je efikasno i pouzdano. Ono podrazumeva korišćenje prilagođenih i specijalno projektvanih test planova i izvršavanje test slučajeva (scenarija), koji se konstruišu u skladu sa precizno definisanim zahtevima korisnika.

U ovom radu predložena je nova metodologija naprednog sistema za ispitivanje funkcionalnosti više uređaja istovremeno, čime je obezbeđeno efikasnije i brže ispitivanje više uređaja. Naime, u predloženom sistemu jedan uređaj, koji se smatra u potpunosti ispravnim, posmatra se kao referentni i njegov izlazni signal predstavlja pravilan signal, koji se očekuje i na izlazima uređaja koji se ispituju. Novi način ispitivanja doprinosi značajnoj uštedi vremena i uvodi napredne mogućnosti ispitivanja, kao što je stres ispitivanje []. U toku provere funkcionalnosti izvršavanje pojedinih test slučajeva se ponavlja više puta, kako bi se obezbedila kvalitetnija i efikasnija provera ispravnosti. To ponavljanje se može vršiti nekoliko stotina, pa i do nekoliko hiljada puta, pa ispitivanje može trajati veoma dugo. Sa predloženim sistemom koji podržava istovremeno ispitivanje, vreme potrebno za ispitivanje više uređaja se značajno smanjuje.

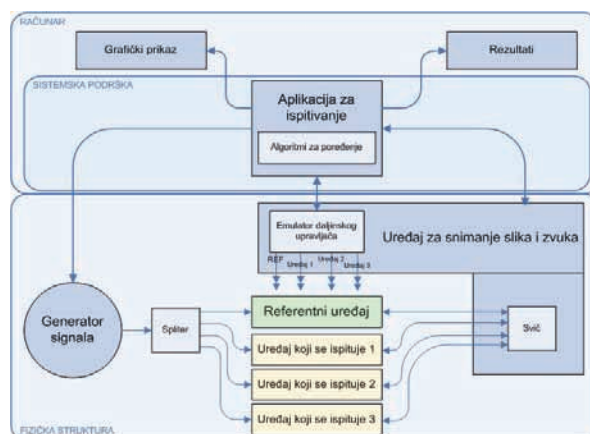
Još jedno veoma značajno poboljšanje se uvodi ovim naprednim sistemom. Naime, ispitivanje uređaja se može vršiti u toku emitovanja signala uživo, bez prethodnog određivanja referentnih (očekivanih) slika/zvukova [5]. Osim toga, ovaj sistem za istovremeno ispitivanje više uređaja se oslanja na već postojeću infrastrukturu i lako se prilagođava ispitivanju različitih tipova uređaja.

U cilju predstavljanja predloženog sistema za verifikaciju odabran je digitalni prijemnik kao uređaj nad kojim se vrši ispitivanje.

Nastavak rada je podeljen u nekoliko celina. Struktura i metodologija sistema za ispitivanje je opisana u odeljku broj II. U III odeljku je opisan sistem za ispitivanje, odnosno fizička struktura (III.A) i prateća sistemaska podrška (III.B). Na kraju su u IV odeljku predstavljeni rezultati testiranja i završni komentar rada u odeljku V.

II. STRUKTURA I METODOLOGIJA PREDLOŽENOG SISTEMA ZA ISPITIVANJE

U ovom delu opisana je metodologija predloženog sistema i sam sistem za istovremenu proveru ispravnosti više digitalnih prijemnika. Predložena metodologija



Slika 1 Struktura sistema za istovremenu proveru funkcionalnosti više digitalnih prijemnika.

sistema bazira se na konceptu ispitivanja na principu crne kutije, koje služi za otkrivanje grešaka u radu digitalnih prijemnika [5]. Metodologija istovremenog ispitivanja se zasniva na proveru funkcionalnosti digitalnih prijemnika, dovođenjem određenog ulaznog video signala i posmatranjem izlaznog signala iz prijemnika, dok se automatski postavlja u unapred definisano stanje. Sistem zatim analizira razliku između slika snimljenih sa referentnog uređaja i redom, slika sa svih uređaja koji se ispituju.

Struktura predloženog sistema za istovremenu proveru funkcionalnosti više digitalnih prijemnika prikazana je na slici 1. Kao što se vidi na slici 1, generator signala generiše video sekvencu, koja se, uz pomoć splitera, istovremeno šalje na ulaz referentnog uređaja i na ulaz svih uređaja koji se proveravaju.

Nakon toga, vrši se istovremeno snimanje slika i zvukova, sa izlaza referentnog prijemnika i prijemnika čije funkcionalnosti se proveravaju, pomoću NAVIC-a [8]. Ovo je poseban uređaj koji je projektovan da snima slike i zvukove sa izlaznih sprega prijemnika i skladišti ih na računar radi dalje analize.

Kako bi se obezbedilo potpuno automatsko testiranje bez prisustva testera, koristi se emulator daljinskog upravljača, koji je realizovan u uređaju za snimanje. On pomoću infracrvene diode šalje IR kodove prijemnicima. Prijemnici te kodove interpretiraju kao kontrolne naredbe, i postavljaju se u odgovarajuće stanje. Pozicija infracrvene diode se može ručno podešavati, tako da se postavi najbliže IR senzoru prijemnika. Kodovi za odgovarajući prijemnik prethodno se snimaju u posebnu datoteku, koja se postavlja u test slučaju. Na ovaj način će svaki prijemnik biti postavljen u željeno stanje.

Nakon što su slike i zvukovi sa referentnog uređaja i uređaja koji se ispituju skladišteni na računar, vrši se njihovo poređenje, pomoću aplikacije za testiranje. U predloženom sistemu koristi se nekoliko algoritama za poređenje snimljenih podataka [9,10]. Prilikom poređenja dozvoljena su određena odstupanja. Ona se naznače određenim parametrom, koji predstavlja meru tolerancije greške. Tester može da menja ovaj parametar u skladu sa potrebama konkretnog testa. Ove sitne devijacije su

dozvoljene zbog toga što se kontrast, osvetljaj i ostale osobine slike razlikuju u zavisnosti od digitalnog prijemnika koji se ispituje.

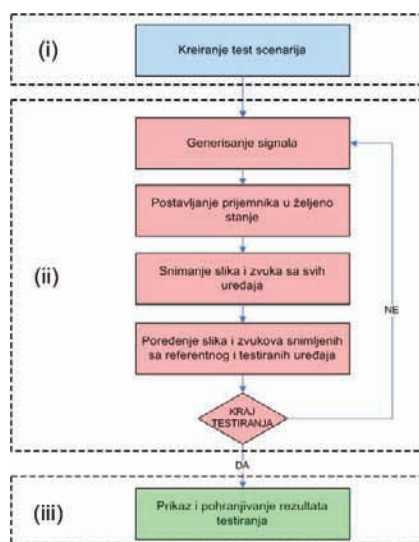
U toku ispitivanja, aplikacija obezbeđuje korisniku grafički prikaz video sekvenci sa referentnog i testiranih prijemnika (Slika 1.) u jednom prozoru, kao pomoć testeru u postavljanju sistema za testiranje. Na kraju testiranja se u memoriju računara pohranjuju rezultati. Osnovna informacija koju ispitivač dobija na kraju testiranja je potvrda o uspešnosti testiranja, koja se može sačuvati u nekoliko formata. U posebnom direktorijumu se čuvaju snimljeni podaci (slike, zvučni zapisi i izveštaj o testiranju). Ovakvi detaljni rezultati ispitivanja obezbeđuju precizno i jednostavno otkrivanje nepravilnosti u radu prijemnika.

Na slici 2 prikazana je procedura testiranja. Testiranje se sastoji od tri osnovne faze: (i) kreiranje test scenarija, (ii) izvršavanje procesa ispitivanja i (iii) generisanje rezultata ispitivanja.

Prva faza podrazumeva zadavanje test koraka, koji će se izvršiti u toku procesa ispitivanja. Ovi koraci sadrže informacije o video signalu koji generator šalje na ulaznu spregu uređaja, upravljačkim operacijama koje se izvršavaju nad uređajem i parametrima koji se koriste u algoritmu za procenu sličnosti slike. Ova faza se izvršava samo prvi put, a pri sledećem pokretanju istog test slučaja on se preuzima iz baze podataka, u kojoj se čuvaju izvršavani test slučajevi.

Kao što je prikazano na slici 2, druga faza počinje generisanjem audio/video signala, na ulaze referentnog uređaja i uređaja koji se testiraju. Nakon toga, uspostavlja se komunikacija između računara i NAVIC-a, preko IP adresa. Zatim se prijemnici postavljaju u unapred određeno stanje, definisano u prvoj fazi. Pomoću NAVIC-a se snimaju slike i zvukovi sa izlaza referentnog prijemnika i prijemnika koji se testiraju i sačuvaju se na računar, radi daljih analiza. Algoritmi za poređenje vrše procenu sličnosti slika, a rezultati se čuvaju u bazu podataka. Na kraju, kada se izvršavanje svih testova završi, rezultati se prikazuju i čuvaju u obliku izveštaja.

Rezultati olakšavaju analizu rada uređaja i sadrže informacije značajne za otklanjanje grešaka.



Slika 2 Osnovna procedura testiranja.

III. OPIS PREDLOŽENOG SISTEMA ZA ISPITIVANJE

Sistem za ispitivanje se sastoji od odgovarajuće fizičke strukture i specijalno razvijene systemske podrške za testiranje.

A. Opis fizičke strukture za testiranje

Predloženi sistem se sastoji od nekoliko uređaja (Slika 3): (i) računar sa aplikacijom za ispitivanje, (ii) uređaj za generisanje signala, (iii) uređaji koji se testiraju i referentni uređaj, (iv) uređaj koji snima zvukove i slike za implementiranim upravljačkim uređajem, (v) gigabitni svič.



Slika 3 Sistem za ispitivanje.

Ispitivanje počinje povezivanjem svih navedenih uređaja u sistem za testiranje. Za generisanje signala koristi se specijalni uređaj, koji generiše proizvoljnu video sekvencu. On se neposredno povezuje sa računarom i signal šalje na ulazne antenske priključke referentnog i prijemnika koji se testiraju. Obradeni signal se dalje, preko izlaznih sprega prijemnika usmerava do uređaja koji vrši snimanje zvučnih zapisa i slika (Slika 4) u zavisnosti od vrste ispitivanja. Ovaj uređaj komunicira sa računarom i preko izlazne sprega šalje mu informacije koje su naznačene u test scenariju.



Slika 4 Uređaj za snimanje slike i zvuka – NAVIC.

Ovim načinom testiranja mogu se ispitati razne ulazne i izlazne sprege digitalnih prijemnika, kao što su: High-Definition Multimedia Interface, SCART, Sony/Philips Digital Interconnect Format.

Prilikom eksperimentalnog razvoja predloženog sistema korišćen je Synaps TMD-2800s [7] digitalni prijemnik. Jedan takav uređaj posmatran je kao referentni, a ostali kao uređaji koji se testiraju.

B. Opis systemske podrške za testiranje

Za potrebe testiranja koristi se aplikacija, koja podržava izvršavanje automatskih i polu-automatskih testova. Pomoću systemske podrške se upravlja generatorima signala i fizičkom strukturom za snimanje slika i zvukova, tako što se kreiraju i izvršavaju testovi.

Projektovanje testa počinje zadavanjem osnovnih podataka o testu – ime, identifikacioni broj i kratak opis testa. Najvažniji deo pravljenja testa je zadavanje koraka, koji će se redom izvršavati tokom trajanja ispitivanja. U ovim koracima se definišu IP adrese, sprege za prenos podataka, kontrola uređaja za snimanje slika/zvukova i algoritmi za poređenje snimljenih podataka.

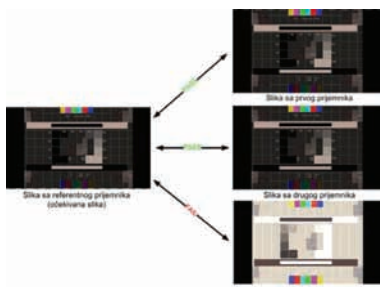
Pored procesa izvršavanja ispitivanja, bitan deo procesa testiranja predstavlja i način i oblik prikazivanja rezultata, kako radi lakše analize, tako i radi pohranjivanja i čuvanja rezultata. Rezultati ispitivanja se pohranjuju u nekoliko formata, kao što su HTML i XML. Detaljan izveštaj olakšava analizu procene kvaliteta funkcionalnosti uređaja i zato je veoma važan u procesu ispitivanja.

IV. REZULTATI

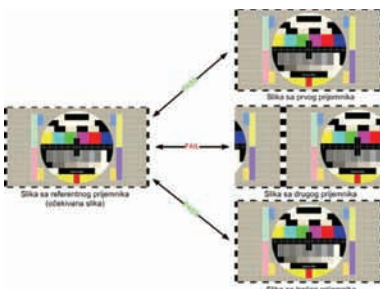
U ovom odeljku biće prikazane slike snimljene sa digitalnih prijemnika i ponašanje sistema za ispitivanje prilikom procene sličnosti ovih slika.

Na slikama 5 i 6 biće prikazane greške koje nastaju zbog razlike u osvetljaju slike sa referentnog uređaja i uređaja koji se ispituju, i greške usled smaknute slike na nekom od prijemnika.

Razlike u osvetljaju mogu da uzrokuju emitovanje pogrešne slike. Na osnovu slike 5, predloženi sistem donosi zaključak da uređaj broj 3 ne radi pravilno. Sa slike 5 se vidi da je ono što emituje uređaj broj 3 različito od onoga što referentni uređaj emituje na svom izlazu. S druge strane, na slici 6 je prikazana greška u systemskoj podršci digitalnog prijemnika.



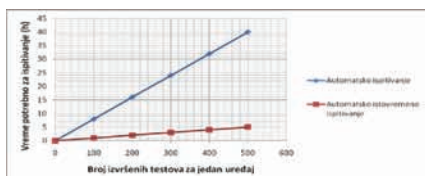
Slika 5 Greška usled razlike u osvetljaju.



Slika 6 Primer smaknute slike.

Predloženi sistem analizira razliku između slike snimljene sa izlaza referentnog prijemnika i prijemnika koji se ispituje. Na osnovu očekivane/dozvoljene razlike sistem vrši procenu, da li testirani prijemnici rade ispravno ili ne.

Predloženi sistem za istovremenu funkcionalnu verifikaciju predstavlja odličan način za uštedu vremena i smanjenje troškova testiranja (Slika 7).



Slika 7 Vremenska analiza ispitivanja 8 uređaja.

Grafik predstavlja vremensku analizu testiranja 8 uređaja. Plavom linijom predstavljeno je vreme potrebno za standardnu, a crvenom vreme potrebno za istovremenu funkcionalnu verifikaciju. Korišćenjem predloženog sistema postiže se višestruka ušteda vremena, a pored toga uvodi se mogućnost testiranja poređenjem sa referentnim prijemnikom.

V. ZAKLJUČAK

U ovom testu opisano je ispitivanje multimedijalnih uređaja na principu crne kutije. To je potpuno automatsko ispitivanje, koje se bazira na poređenju slika sa referentnog i ispitivanog uređaja, a paralelizacija procesa testiranja donosi veliku uštedu vremena i novca. Jedna od glavnih prednosti ove naprednije verzije jesu mogućnosti stres testiranja i testiranja poređenjem sa referentnim uređajem. Pored toga, ovaj sistem ispitivanja ostavlja inženjeru dosta prostora za razvoj i unapređenje, kako

sistemske podrške, tako i fizičke strukture sistema za ispitivanje.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 32041, od 2011.

LITERATURA

- [1] A. Messer, A. Kunjithapatham, P. Rathod, M. Sheshagiri, D. Cheng, and S. Gibbs, *Internet search on TV*, 5th IEEE Consumer Communications and Networking Conference, 2008, pp. 1240-1241.
- [2] Lim JH, Park C, Park SJ, *Home healthcare settop-box for senior chronic care using ISO/IEEE 11073 PHD standard*, Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE, 2010, pp. 216-219.
- [3] Pekowsky S., Jaeger R., *The set-top box as "multi-media terminal"*, Consumer Electronics, IEEE Transactions on, Vol. 44, No. 3, August 1998.
- [4] Jan Zloh, Nikola Teslić, Vukota Peković, *Jedno rešenje programske podrške za automatsko testiranje TV prijemnika*, TELFOR, Belgrade, Serbia, 2006.
- [5] Dušica Marijan, Vladimir Zlokolica, Nikola Teslić, Vukota Peković, Tarkan Teckan, *Automatic Functional TV Set Failure Detection System*, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 56, No. 1, FEBRUARY 2010.
- [6] Wayne B. Nelson, *Accelerated Testing: Statistical Models, Test Plans, and Data Analysis*, October 2004.
- [7] *Digital receivers*, Synaps, www.synaps.tv.
- [8] *Black Box Testing*, RT-RK, www.bbt.rs.
- [9] D. Marijan, V. Zlokolica, N. Teslic and V. Pekovic, *Quality Assessment Of Digital Television Picture Based On Local Feature Matching*, 16th International Conference on Digital Signal Processing, Santorini, Greece, July, 2009, pp. 1050-1055.
- [10] Z. Wang and A. C. Bovik, *Mean squared error: love it or leave it? - A new look at signal fidelity measures*, IEEE Signal Processing Magazine, vol. 26, no. 1, pp. 98-117, Jan. 2009.
- [11] D. Marijan, N. Teslic, M. Temerinac, and V. Pekovic, *On the effectiveness of the system validation based on the black box testing*, IEEE Circuits and Systems International Conference on Testing and Diagnosis, Apr. 2009, pp. 1-4.

ABSTRACT

This paper proposes a new solution for simultaneous functional verification system of multiple Set-Top Boxes based on Black Box Testing (BBT). In our work, a methodology and system is proposed, with specially developed software and hardware modules. The proposed framework for simultaneous testing for Set-Top Boxes is implemented with device under test (DUT) preview window. The proposed methodology accelerates verification process and ensures reduction of time and costs, which is crucial in production, and also provides a possibility of testing the receivers during live video stream.

SIMULTANEOUS FUNCTIONALITY VERIFICATION SYSTEM OF MULTIPLE SET-TOP BOXES

Damjan Kuburović, Faculty of Technical Sciences
 Vladimir Marinković, RT-RK Computer Based Systems
 Živko Radonjić, RT-RK Computer Based Systems
 Branislav Zuković, RT-RK Computer Based Systems
 Zoran Marčeta, RT-RK Computer Based Systems



Merenje kvalitativnih karakteristika asemblerskog koda na namenskim platformama

Ivan Považan, Miroslav Popović, *Member, IEEE*, Miodrag Đukić, Marko Krnjetin

Sadržaj — U radu je opisana realizacija programskog alata za merenje kvalitativnih karakteristika asemblerskog koda. Cilj ovog rada je ukazivanje na upotrebljivost ovih metrika za ocenu kvaliteta asemblerskog koda koji generiše Ce prevodilac za 32bit DSP platformu, proizvođača *Cirrus Logic*, u cilju unapređivanja tog Ce prevodioca. Analizom rezultata ispitivanja rada realizovanog alata utvrđeno je da prevodilac generiše kvalitetan asemblerski kod.

Ključne reči — CCC prevodilac, disassembler, DSP, kvalitet asemblerskog koda

I. UVOD

Pri realizaciji algoritama za obradu digitalnih signala u realnom vremenu kao ciljne platforme koriste se digitalni signal procesori – DSP. Brza Furijeova transformacija, brza kosinusna transformacija, filtri, kodeci i slično, spadaju u pomenutu grupu algoritama. Ovakvi algoritmi pišu se asemblerskim jezikom, što predstavlja težak i skup posao. Višestruko je isplativija i brža realizacija ovih algoritama u nekom višem programskom jeziku. Da bi tako nešto bilo moguće potrebno je postojanje prevodioca koji prevodi kod sa višeg programskog jezika i prilagođava ga ciljnoj platformi.

Jedan takav prevodilac je *CCC (eng. Cirrus C Compiler)* prevodilac [1] koji prevodi Ce izvorne datoteke u asemblerski kod koji se može izvršavati na *Cirrus Logic* DSP platformama (*Coyote 32bit DSP*). Razvijen je na Katedri za računarsku tehniku i računarske komunikacije, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. U okviru rada se istražuje kvalitet koda koji generiše *CCC* prevodilac, merenjem kvalitativnih karakteristika ručno pisanih i prevedenih asemblerskih kodova.

Kvalitativne karakteristike se odnose na kvalitet asemblerskog programa u odnosu na ciljnu platformu za koju je asemblerski program preveden ili pisan. Od interesa su podaci poput: frekvencije korišćenja pojedinih instrukcija, broj upisa i čitanja iz memorije, odnos broja

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 32031, od 2011. god.

Ivan Považan, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Srbija (e-mail: ivan.povazan@rt-rk.com).

Miroslav Popović, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Srbija (e-mail: miroslav.popovic@rt-rk.com).

Miodrag Đukić, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Srbija (e-mail: miodrag.djukic@rt-rk.com)

Marko Krnjetin, Istraživačko-razvojni Institut RT-RK DOO za sisteme zasnovanim na računarima, Srbija (e-mail: marko.krnjetin@rt-rk.com)

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Ivana Považana. Mentor je bio prof. dr Miroslav Popović.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2011.

hardverskih i uslovnih petlji; kod arhitektura sa protočnom strukturom: gustina instrukcija bez operacije; ili kod arhitektura sa širokom instrukcionom reči: prosečna gustina operacija po instrukciji i gustina paralelnih instrukcija. Rezultati merenja takvih karakteristika mogu ukazati na načine menjanja koda kojima bi se on popravio. U tom smislu se istražuje upotrebljivost ovih metrika za ocenu kvaliteta asemblerskog koda koji generiše Ce prevodilac za DSP platformu u cilju unapređivanja tog Ce prevodioca.

U okviru rada opisana je realizacija alata koji meri kvalitativne karakteristike zadatog asemblerskog koda. Izrada alata za merenje zasniva se programskim komponentama disassemblera i *CCC* prevodioca. Realizovanim alatom izvršena su merenja kvaliteta ručno pisanog asemblerskog koda, i kvaliteta asemblerskog izlaza dobijenog prevodenjem Ce prevodioca. Analizom i diskusijom dobijenih rezultata ocenjen je kvalitet ispitivanih programa i dati su predlozi za unapređenje Ce prevodioca.

II. KONCEPT REŠENJA

U cilju razjašnjenja problematike rada, potrebno je upoznati se sa sledećim programskim alatima:

- Disassembler – prevodi kod sa mašinskog na asemblerski jezik
- Ce prevodilac – prevodi kod sa Ce programskog jezika na mašinski ili asemblerski jezik

A. Disassembler

Disassembler je računarski program koji prevodi izvršivi kod u kod pisan asemblerskim jezikom. Sastoji se iz tri modula: **Punjač**, **Dekoder** i **Konvertor**.

Punjač učitava izvršnu datoteku i obavlja punjenje dela njenog sadržaja u programsku memoriju. Programska memorija predstavlja model memorije ciljnog procesora. Sadržaj se pre punjenja parsira, odnosno izdvaja se korisni deo sadržaja iz datoteke. Korisni deo se odnosi na mašinski kod programa koji je predstavljen kao niz instrukcija u binarnom zapisu.

Dekoder je centralna komponenta disassemblera. Prevodi izvršivi kod u među-kod niskog nivoa na osnovu propisanih pravila ciljne platforme. Skup instrukcija i arhitektura su dokumentovani od strane proizvođača *Cirrus Logic*. Dekodovanje podrazumeva analizu binarnog zapisa instrukcija, u cilju otkrivanja njihovog tipa, koda operacije i korišćenih resursa. Na osnovu ovih informacija

formira se među-reprezentacija koda koji se prevodi, u obliku liste instrukcija.

Završna faza prevođenja je emitovanje disasembliranog koda u izlaznu datoteku. Uloga konvertora je da listu instrukcija među-reprezentacije zameni odgovarajućim izrazima asemblerskog jezika. Zamena se vrši na osnovu tipa instrukcije i korišćenih resursa.

B. Ce prevodilac

Programska komponenta koja prevodi programe napisane u višem programskom jeziku na mašinski ili asemblerski jezik naziva se prevodilac.

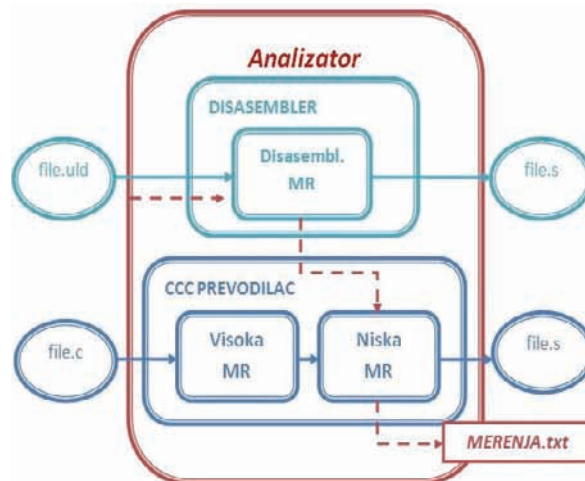
Prevodilac se može podeliti na prednji i zadnji deo (*eng. FrontEnd, BackEnd*). Oba dela se sastoje iz više programskih modula koji odgovaraju pojedinim fazama prevođenja.

Prednji deo prevodioca prevodi polazni program napisan višim programskim jezikom u oblik sintaksne analize, koje sadrži sve iskaze i izraze polaznog programa. Zadnji deo prevodioca prevodi stablo sintaksne analize u među-kod (*eng. Intermediate Representation – IR*) koji nije vezan, ni za određeni programski jezik, ni za određenu ciljnu platformu. Predstavljen je u obliku tro-adresnog koda [2] (liste operacija), koji se naziva još i među-reprezentacija visokog nivoa. Nad dobijenim među-kodom vrši se analiza poziva funkcija, uvlačenje funkcija, i analize toka upravljanja i toka podataka. Nakon ove faze sledi faza izbora instrukcija koja prevođenjem, od više elementarnih operacija među-reprezentacije visokog nivoa, sklapa odgovarajuće mašinske instrukcije procesora [3]. Instrukcije se mogu prikazati delom liste operacija među-reprezentacije odnosno šablonom, tako da izbor instrukcija postaje problem popločavanja liste odgovarajućim šablonima. Najbolje popločavanje dovodi do niza instrukcija sa najmanjim troškom. Tip troška opisuje željeni kriterijum optimalnosti (veličina, vreme izvršavanja). Ovom fazom se među-reprezentacija visokog nivoa zamenjuje među-reprezentacijom niskog nivoa, koja se odnosi na ciljnu platformu. Slede faze dodele resursa, paralelizacije koda, emisije koda kao i povezivanje. Krajnji proizvod zadnjeg dela prevodioca je asemblerski kod dobijen prevođenjem ulazne Ce izvorne datoteke.

III. OPIS PROGRAMSKOG REŠENJA

Programski alat za merenje kvalitativnih karakteristika asemblerskog koda (u daljem tekstu Analizator) zasnovan je na disassembleru, a oslanja se na programski prevodilac CCC.

Analizator se sastoji od nekoliko programskih modula koji predstavljaju faze prevođenja mašinskog koda na asemblerski jezik, i faze koje se odnose na merenja karakteristika prevedenog koda. Rad Analizatora se svodi na učitavanje mašinskog koda programa za koji je potrebno uraditi merenja, dekodovanje mašinskih instrukcija, generisanje među-reprezentacije disassemblera, prelazak na među-reprezentaciju CCC prevodioca i konačno merenje željenih kvalitativnih karakteristika (sl. 1.).



Sl. 1. Prikaz toka rada programskog alata Analizator (MR- među-reprezentacija)

Značaj prelaska sa jedne među-reprezentacije na drugu je višestruk. Pre svega, omogućava korišćenje realizovanih analiza prevodioca za potrebe programskog alata Analizatora, čime se uprošćava njegova izrada. Omogućeno je i buduće povezivanje alata sa programskim simulatorom *Cirrus Logic DSP* [4], što otvara mogućnost proširenja funkcionalnosti Analizatora. Pored toga otvara se i mogućnost buduće integracije u programski prevodilac, gde bi mogao imati ulogu u otkrivanju nedostataka prevodioca ili optimizaciji prevođenja [5]. Konačno, prelazak na među-reprezentaciju niskog nivoa prevodioca omogućava ocenjivanje kvaliteta asemblerskog koda koji prevodilac generiše.

Programski moduli koji čine ovaj programski alat su:

- *Loader* – učitava mašinski kod programa
- *Dekoder* – prevodi mašinski kod u među-reprezentaciju disassemblera
- *IrConverter* – vrši prevođenje između među-reprezentacije disassemblera i prevodioca
- *Measures* – merenje željenih karakteristika asemblerskog koda
- *Main* – glavni programski modul

U nastavku dat je detaljniji opis najznačajnijeg modula Analizatora koji se odnosi na merenje kvalitativnih karakteristika asemblerskog koda.

A. Measures

Među-reprezentacija niskog nivoa dobijena prevođenjem disasemblerske među-reprezentacije predstavljena je listom instrukcija. Ona odgovara obliku među-koda dobijenog u fazi izbora instrukcija CCC prevodioca. Ovako formirana lista služi za prikupljanje informacija koje bi ukazale na kvalitativne karakteristike asemblerskog koda. Od interesa su kodovi algoritama pisani za ciljnu platformu *Coyote 32bit* procesor. Osobine ovih aplikacija ukazuju na koje karakteristike koda treba obratiti pažnju. Od interesa su informacije koje se odnose

Slika 1. Dodela kanala u FDM-verziji G.dmt-ana postojanje petlji, upotrebljivost određenih resursa i tako dalje. Iz tih razloga se u okviru ovog modula vrši brojanje određenih tipova instrukcija, operacija, korišćenih resursa, i računanje potrebnih karakteristika i izdavanje izveštaja o merenjima.

Razmatraju se sledeći podaci koda programa koji se analizira: broj instrukcija, broj paralelnih instrukcija, broj instrukcija sa jednom, dve i više operacija, broj petlji (hardverskih i uslovnih), broj NOP instrukcija (instrukcija bez operacije), broj indeksiranja memorije, broj poziva i povrataka funkcija. Na osnovu ovih podataka se izvode računanja u pogledu gustine operacija po instrukciji, gustina paralelnih instrukcija, procenata instrukcija bez operacija i iskorišćenost resursa.

Prolaskom kroz listu instrukcija među-koda prikupljaju se pomenute informacije o posmatranom kodu programa. Pomenuti postupak se koristi za sva merenje osim za brojanje programskih petlji. Brojanje programskih petlji zahteva pozive rutina prevodioca. U okviru CCC prevodioca definisan je modul za analizu petlji čijim pozivom se dobija informacija o broju otkrivenih petlji u analiziranom kodu.

U pogledu iskorišćenosti mogućnosti procesora, jedna od važnih karakteristika je odnos hardverski podržanih i uslovnih petlji. Ovaj odnos se dobija brojanjem instrukcije koja označava početak hardverske petlje i rezultatom pomenutog modula prevodioca.

Prednost postupka analize programskih petlji je u tome što se na jednostavan način može doći do važne informacije za analizu kvaliteta asemblerskog koda. Time se ukazuje na koristi upotrebe među-reprezentacije niskog nivoa CCC prevodioca. Ovo je za sada i jedina korist. Sve analize koje su podržane prevodiocem izvršavaju se na osnovu funkcija. Ukoliko bi bilo moguće iz asemblerskog koda izdvojiti funkcije programa, upotrebljivost korišćenja među-reprezentacije prevodioca bila bi još veća.

Nakon što se izvedu sve potrebne analize i merenja, modul Measures generiše izveštaj sa rezultatima u obliku tekstualne datoteke.

IV. ISPITIVANJE

Ispitivanje rada realizovanog programskog alata izvedeno je nad izvršnim datotekama aplikacija pisanih za *Coyote 32bit DSP* ciljnu platformu, sa ciljem ocenjivanja kvaliteta njihovih asemblerskih kodova. Izvedeno je 24 ispitivanja algoritama koji predstavljaju različite nivoe programske podrške DSP:

- Nivo dekodovanja: 6 aplikacija
- Nivo završne obrade: 5 aplikacija
- Nivo među-obrade: 7 aplikacija
- Nivo procesa virtualizacije: 4 aplikacije
- Nivo operativnog sistema: 1 aplikacija
- Ostale aplikacije: 1 aplikacija

Napominje se da su se prilikom ispitivanja koristile 22 aplikacije pisane asemblerskim jezikom (ručno) i 2 aplikacije pisane Ce programskim jezikom.

Rezultati unekodnjaupotrebljivostihkarakteristika asemblerskih kodova navedenih algoritama prikazani su u tabeli 1. Aplikacije pisane za različite nivoe programske podrške obeležene su različitim bojama. Brojevi označavaju broj testa aplikacije redom kako su prethodno navedene. Poslednja dva ispitivanja su vezana za kodove prevodioca CCC. U radu nisu navedena imena ispitivanih aplikacija zbog zaštite prava proizvođača.

Analizom dobijenih rezultata može se oceniti kvalitet ispitivanih aplikacija. Na osnovu karakteristika kao što su gustina paralelnih instrukcija, procenat instrukcija bez operacija i procenta hardverskih petlji zaključuje se da aplikacije pod rednim brojevima 13, 19, i 20 imaju najkvalitetnije pisane kodove u pogledu iskorišćenosti mogućnosti ciljne platforme. Pomenutim kriterijumom dolazi se i do zaključka da aplikacija pod rednim brojem 22 ima kod najlošijeg kvaliteta.

Iz priložene tabele uočava se velika razlika u kvalitetu kodova pojedinih algoritama. Iz tih razloga se napominje da je za analizu metrika potrebno obratiti pažnju na nivo programske podrške za koju je aplikacija namenjena. Na osnovu toga se zaključuje da najkvalitetniji kod među dekodovima ima broj 5; među aplikacijama među-obrade broj 13; među aplikacijama virtualizacije broj 19 i među aplikacijama završne obrade broj 8.

Za merenja kvaliteta asemblerskih kodova aplikacija koje su pisane Ce programskim jezikom očekivalo se da će dati loše rezultate. Složenost prevodenja i generisanje optimizovanog koda u pogledu iskorišćenosti ciljne arhitekture predstavljaju ozbiljan izazov u projektovanju prevodioca [6]. Analizom rezultata merenja zaključuje se, da i pored navedenih problema CCC prevodilac generiše kvalitetan asemblerski kod. Među algoritmima procesa virtualizacije broj 24 ima bolje rezultate od 18, i uporedive vrednosti u pogledu upotrebljivosti hardverskih petlji u odnosu na 19 i 20 algoritme. Kod aplikacija koje pripadaju nivou među-obrade, aplikacija 23 ima kvalitetniji kod od 14 aplikacije, u pogledu gustine paralelnih instrukcija i procenta instrukcija bez operacija, dok u odnosu na ostale aplikacije ovog nivoa programske podrške ima kod neznatno manjeg kvaliteta.

Rezultati merenja koji se odnose na brojeve poziva i povrataka iz funkcija, pokazuju velike razlike u dobijenim vrednostima. Kod aplikacije 6 broj povrataka iz funkcije je više od tri puta manji od broja poziva funkcija. To ukazuje na problem nemogućnosti određivanja funkcija u asemblerskom kodu. Razlozi za to su: postojanje poziva funkcija indeksnim registrom, postojanje više povrataka iz funkcija ili postojanje poziva funkcija višeg nivoa programske podrške.

V. ZAKLJUČAK

Ispravnost rada sistema utvrđena je subjektivnom verifikacijom, na osnovu poređenja dobijenih rezultata merenja i asemblerskog koda analizirane aplikacije. Analizom rezultata ispitivanja utvrđeno je da CCC prevodilac generiše kvalitetan asemblerski kod.

Osnova za unapređenje realizovanog alata je prevodenje mašinskog koda u među-reprezentaciju niskog

TABELA I: PRIKAZ REZULTATA ISPITIVANJA RADA PROGRAMSKOG ALATA ANALIZATOR

Broj testa	Broj instr.	Gustina paralelnih instr.	Procenat NOP instr.	Broj upisa u indeksne reg.	Broj indeksiranja memorije	Broj poziva funkcija	Broj povrataka iz funkcija	Broj petlji	Procenat hardverskih petlji
1	4384	11.59%	2.21%	450	472	249	68	514	19.46%
2	4952	7.84%	1.92%	488	399	296	101	533	20.64%
3	6025	12.66%	1.96%	859	731	420	146	768	29.65%
4	16954	13.47%	0.96%	1830	1977	950	337	2638	94.96%
5	6427	16.56%	0.23%	371	622	297	121	947	96.61%
6	12683	9.03%	1.19%	1119	1215	796	255	1851	26.04%
7	3913	12.96%	0.69%	184	534	135	73	226	20.96%
8	3614	17.13%	0.80%	413	565	150	111	139	20.95%
9	8221	13.90%	1.09%	846	1043	261	179	800	26.75%
10	5342	16.47%	0.77%	673	856	226	166	706	29.89%
11	6232	15.76%	0.71%	761	963	240	177	844	28.32%
12	3908	18.47%	0.56%	370	701	96	70	326	100.00%
13	2678	19.94%	0.37%	336	433	104	71	111	98.21%
14	12141	11.37%	1.93%	1230	1272	709	441	1315	20.45%
15	3646	15.63%	0.85%	244	608	114	101	489	13.91%
16	3903	15.48%	0.87%	283	646	126	108	389	20.31%
17	1216	13.16%	0.41%	128	171	24	22	42	20.00%
18	1775	14.99%	1.63%	273	290	107	65	63	60.71%
19	663	23.23%	0.30%	84	156	26	21	36	95.24%
20	1273	21.92%	0.00%	209	295	48	22	56	78.69%
21	12824	10.32%	1.78%	1032	1174	812	485	1423	53.58%
22	765	3.40%	1.44%	57	50	155	56	70	13.54%
23	8727	13.53%	1.05%	674	1350	361	163	543	43.46%
24	2886	15.38%	0.87%	301	501	72	48	150	80.67%

nivoa prevodioca. Na taj način otvara se veliki broj mogućnosti u pogledu proširivosti alata:

- Integracija u programski prevodilac CCC sa ciljem proširenja funkcionalnosti prevodioca. Integracija podrazumeva izmenu disasemblerkog dela rešenja, u pogledu direktnog dekodiranja mašinskih instrukcija u među-reprezentaciju prevodioca.
- Implementacijom inverznog procesa prevodenja koji bi na osnovu među-reprezentacije niskog nivoa formirao među-kod visokog nivoa, otvara se mogućnost "kros-asebliranja" odnosno prevodenja mašinskog koda jednog procesora u kod procesora drugačije arhitekture.
- Povezivanje sa programskim simulatorom za *Coyote 32bit DSP* [4] sa ciljem dinamičke analize toka izvršavanja programa. Na taj način otvara se mogućnost određivanja funkcija u asemblerkom kodu. Meranjem kvaliteta asemblerkog koda svake funkcije, u pogledu iskorišćenosti resursa, moglo bi se ukazati na re-alokaciju resursa, ukoliko se otkrije bolja mogućnost njihove dodele. Programski alat za ocenu kvaliteta asemblerkog koda bi na taj način imao ulogu i u optimizaciji prevodenja.

VI. LITERATURA

- [1] Zoran Zarić, Miodrag Đukić, Marko Gajić, Miroslav Popović: *Jedan koncept optimizacione tehnike za iskorišćenje adresne jedinice u C kompajleru*, Fakultet tehničkih nauka, Odsek za računarsku tehniku i računarske komunikacije, Novi Sad 2008

- [2] Aho, A.V., R. Sethi, and J. D. Ullman: *Compiler: Principles, Techniques, and Tools*, Addison-Wesley, Reading MA, 1986.
- [3] Vladimir Kovačević, Miroslav Popović: *Sistemska programska podrška u realnom vremenu*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2002
- [4] Miodrag Đukić, Nenad Četić, Radovan Obradović, Miroslav Popović: *An Approach to Instruction Set Compiled Simulator Development Based on a Target Processor C Compiler Back-End Design*, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, 2009
- [5] Joe Bungo: *The Use of Compiler Optimizations for Embedded Systems Software*, USA 2008
- [6] Fisher, J. A., P. Faraboschi, and C. Young: *Embedded Computing: A Vliw Approach To Architecture, Compilers And Tools*, Morgan Kaufmann, San Francisco CA, USA, 2005

ABSTRACT

The paper describes the implementation of programming tool for measuring quality characteristics of assembly code. The aim of this paper is to prove the usability of these metrics for assessing the quality of assembly code generated by C Compiler for DSP architecture in order to improve the Compiler. The analysis of test results showed that the compiler generates good quality assembly code.

MEASURING THE QUALITY CHARACTERISTICS OF ASSEMBLY CODE ON EMBEDDED PLATFORMS

Ivan Považan, Miroslav Popović, Miodrag Đukić, Marko Krnjetin

PARALELNI REŠAVAČ SAT PROBLEMA BAZIRAN NA GALOA SISTEMU**PARALLEL SAT SOLVER BASED ON THE GALOIS SYSTEM**Tatjana Đokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada paralelizovan je potpuni rešavač SAT problema baziran na DPLL proceduri. Paralelizacija je zasnovana na podeli prostora pretrage DPLL procedure. Paralelni SAT rešavač je implementiran pomoću Galoa sistema koji koristi metode Tao analize kako bi iskoristio amorfnu paralelizaciju koja se javlja kod neregularnih algoritama. Implementacija je testirana na multiprocesorskom sistemu.

Abstract – In this paper we describe a parallel implementation of the complete SAT solver based on the DPLL procedure. Parallelism is achieved by separating the search space of the DPLL procedure. Parallel SAT solver is implemented using Galois system. This system uses Tao analysis to exploit amorphous data-parallelism in irregular algorithms. Implementation is tested on multiprocessor system.

Cljučne reči: SAT rešavač, Galoa sistem, paralelni algoritmi

1. UVOD

U ovom radu je predstavljena paralelna implementacija jednog SAT rešavača, bazirana na Galoa sistemu [1] koji pomaže pri paralelizaciji poslova. Sa pojavom multiprocesorskih sistema pojavila se potreba za razvojem programa koji bi mogli u što većoj meri da iskoriste mogućnost paralelizacije poslova. Međutim, pisanje ovakvih programa nije bio nimalo lak zadatak za programere, najviše zbog toga što nije postojalo formalno znanje koje bi pomoglo u tome. U okviru Galoa projekta obezbeđeni su alati koji pomažu pri implementaciji paralelnih algoritama, obezbeđujući programeru da se u potpunosti posveti implementaciji samog algoritma na kome radi sa samo osnovnim uvidom u njegovu paralelnu strukturu, pri čemu je sama paralelizacija programa prepuštena alatu. Za demonstraciju izloženog koncepta biće iskorišćen primer implementacije rešavača SAT problema. Problem iskazne zadovoljivosti (SAT problem) zauzima centralno mesto u teoriji algoritama kao prvi problem za koji je dokazano da je NP-kompletna. U ovom radu je implementiran kompletna SAT rešavač baziran na DPLL proceduri.

2. TAO ANALIZA

Operatorska formulacija predstavlja algoritam preko akcija koje izvodi na strukturi podataka. Ova formulacija je osnova Tao analize [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Staniša Dautović.

Ime Tao potiče od tri dimenzije ove apstrakcije: Topologija, Aktivni elementi i Operatori. Operatorska formulacija i Tao analiza algoritama u budućnosti će možda biti temelj za sistematičan pristup paralelnom programiranju.

Prva dimenzija Tao analize, topologija, opisuje strukture podataka na kojima se vrši izračunavanje. Klasifikujemo grafovske topologije prema kompleksnosti njihovog opisa. Podela topologija prema njihovoj strukturi obuhvata:

- *Strukturirane topologije:* primer je graf $G(V,E)$, koji nema grana, $E=\emptyset$, što je izomorfno skupu ili multiskupu. Topologija ovakve strukture može biti opisana jednim brojem koji predstavlja broj elemenata u skupu/multiskupu.

- *Delimično strukturirane topologije:* primer su stabla. Iako ona imaju korisne strukturne osobine (binarno/ m -arno, odsustvo ciklova, postojanje jedinstvenog puta između bilo koja 2 čvora itd.), postoji mnogo različitih stabala koja imaju isti broj čvorova i grana, što čini značajnu razliku u odnosu na strukturirane topologije, i zahteva veću količinu informacija za njihovo zadavanje i opis.

- *Nestrukturirane topologije:* ovde pripadaju generalni grafovi, gde ne postoji određena struktura.

Druga dimenzija Tao analize, dimenzija aktivnih čvorova, opisuje kako čvorovi postaju aktivni i kako bi aktivni čvorovi trebalo da budu uređeni, proizvođači na taj način globalni pregled algoritma. Ova dimenzija nam govori na kojim tačno mestima unutar strukture podataka koju koristi algoritam, kao i u kom redosledu, treba izvršiti određene akcije. Dve glavne osobine koje analiziramo za aktivne čvorove su:

- *Lokacija:* čvorovi mogu postati aktivni vođeni topologijom (*eng. topology-driven*) ili podacima (*eng. data-driven*). U *topology-driven* algoritmima, aktivni čvorovi su određeni na osnovu topologije, stoga, primena operatora na neki aktivan čvor ne izaziva to da drugi čvorovi postanu aktivni. Tipičan primer su algoritmi koji izvršavaju iteraciju nad svim čvorovima ili granama grafa. U *data-driven* algoritmima, aktivnost jednog čvora može izazvati aktiviranje drugih čvorova, i u tom smislu čvorovi postaju aktivni u zavisnosti od podataka. Koji će čvorovi biti aktivni a koji neaktivni je nepredvidivo i zavisi od instance problema. Primer je *event-driven* simulacija.

- *Uređenje:* kao što je već razmatrano, aktivni čvorovi u nekim algoritmima su uređeni dok su u drugima neuređeni. Takođe može postojati delimična uređenost kada neke od aktivnih čvorova možemo obraditi paralelno, ali neke, ipak, moramo obrađivati po tačno predviđenom redosledu.

Na kraju, *operatori*, kao poslednja dimenzija Tao analize, opisuju operacije primenjene na aktivne čvorove, proizvodeći lokalni pregled algoritma. Operatore klasifikujemo prema načinu na koji modifikuju graf:

- *Operatori promene strukture podataka* (eng. *Morph operators*): ovi operatori mogu modifikovati svoje susedstvo dodavanjem ili brisanjem čvorova i grana. Operator koji se koristi u okvirima DMR algoritma je upravo primer operatora promene strukture podataka.
- *Operatori lokalnog izračunavanja*: ovi operatori mogu menjati vrednosti pridružene čvorovima i granama u susedstvu, ali ne utiču na povezanost grafa. Metoda konačnih razlika je tipičan primer.
- *Operatori čitanja*: operator ne modifikuje strukturu ni na koji način, samo čita podatke iz nje.

3. GALOA SISTEM

Cilj Galoa sistema jeste da formalizuje znanje iz oblasti paralelnog programiranja i na taj način omogući brži razvoj u ovoj oblasti. Ovaj sistem koristi koncept Tao analize algoritama kao apstrakciju, kako bi omogućio implementiranje amorfnog paralelizma. U okviru Galoa projekta obezbeđeni su alati koji pomažu pri implementaciji paralelnih algoritama obezbeđujući programeru da se u potpunosti posveti implementaciji samog algoritma na kome radi sa samo osnovnim uvidom u njegovu paralelnu strukturu, pri čemu je sama paralelizacija programa prepuštena alatu. Kompleksnost paralelnog programiranja je na ovaj način sakrivena od programera.

Galoa sistem sadrži tri osnovne celine:

1. *Korisnički kod* na visokom nivou apstrakcije koji kreira i manipuliše objektima. Korisnički kod piše sâm programer u cilju implementacije određenog algoritma kao što je *DPLL* algoritam.
2. *Galoa biblioteke* koje obezbeđuju implementaciju deljenih objekata koje koristi korisnički kod. Galoa biblioteke sadrže semantike struktura podataka.
3. *Galoa run-time* unutar koga su obezbeđeni svi mehanizmi paralelizacije. On je zadužen za rešavanje problema pri lošim pristupima deljenim objektima, koji se mogu pojaviti prilikom optimističke/spekulativne paralelizacije. Pošto nije moguće predvideti koje operacije se mogu izvršiti u isto vreme, koristi se optimistička paralelizacija. Kod ove vrste paralelizacije dozvoljavamo da se akcije izvršavaju paralelno, iako mogu dovesti do konflikta. Zadatak run-time sistema je da detektuje konflikte tokom izvršavanja programa i obezbedi mehanizam za njihovo rešavanje. Kada se detektuje konflikt, izvršavanje programa se vraća nekoliko koraka unazad. Zatim se ponovo izvršavaju operacije koje su dovele do konflikta, ali ovaj put to se radi sekvencijalno.

Unutar korisničkog kôda moguće je uneti paralelizam pomoću dva iteratora:

- 1) Set iterator za neuređeno izvršavanje: *for each e in Set S do B(e)*

Telo petlje $B(e)$ se izvršava za svaki element e iz skupa S . Pošto elementi e iz skupa S nisu uređeni, iterator pretpostavlja da iteracije mogu biti izvršene u bilo kom redosledu. Mogu postojati zavisnosti između iteracija, ali

bilo koji redosled izvršavanja je dozvoljen. Prilikom izvršavanja iteracije moguće je dodati novi član u skup S .

- 2) Set iterator za uređeno izvršavanje: *for each e in Poset S do B(e)*

Ovaj iterator se izvršava na parcijalno uređenom skupu S . On pretpostavlja da iteracije moraju biti izvršene u redosledu koji diktira redosled elemenata e u parcijalno uređenom skupu S (*Poset S*). Mogu postojati zavisnosti između iteracija. Prilikom izvršavanja iteracije moguće je dodati novi član u skup S .

Vidimo da prilikom pisanja Galoa programa jedino što programer mora da razmotri jeste postojanje uređenja unutar njegovog algoritma. Ostatak se svodi na pisanje sekvencijalnog koda [3].

4. SAT REŠAVAČ

4.1. Definicija SAT problema

Odlučivu verziju problema iskazne zadovoljivosti (SAT problem) možemo formulirati na sledeći način: za datu iskaznu (Bulovu) formulu odrediti da li je ona zadovoljiva, tj. da li postoje vrednosti iskaznih promenljivih za koje je formula tačna. Ako takve vrednosti postoje kažemo da je formula zadovoljiva (eng. *satisfiable*), a ako ne postoje formula je nezadovoljiva (eng. *unsatisfiable*). Postoje razni načini reprezentacije Bulove formule, ali se pri analizi SAT problema najčešće koristi konjunktivna normalna forma (CNF). Sada ćemo definisati Bulovu formulu datu u konjunktivnoj normalnoj formi.

- Neka je V skup sačinjen od n iskaznih promenljivih, pri čemu svakoj promenljivoj može biti dodeljena vrednost tačno ili vrednost netačno,
- Neka je L skup literala, pri čemu literal predstavlja promenljivu ili njenu negaciju: $L = \{x, \neg x | x \in V\}$,
- *Rečenica* (eng. *clause*) C je disjunkcija literala: $C = (x_{i_1} \vee x_{i_2} \vee \dots \vee x_{i_k})$, gde $x_{i_j} \in L$,
- Iskazna formula, F napisana u konjunktivnoj normalnoj formi je konjunktivna rečenica: $F = c_1 \wedge c_2 \wedge \dots \wedge c_m$.

Odlučivu verziju SAT problema sada možemo definisati kao pitanje da li postoji dodela vrednosti promenljivima iz skupa V takva da je formula F zadovoljiva.

4.2. DPLL procedura

U okviru ovog rada, *DPLL* algoritam za rešavanje SAT problema će biti opisan u vidu sistema promene stanja, kao što je to predstavljeno u radu [4]. Ovim opisom se rad rešavača predstavlja kao niz prelazaka između stanja. Svako pravilo prelaska možemo zapisati na sledeći način:

Ime pravila:

$$\frac{uslov_1, \dots, uslov_k}{efekat},$$

gde su iznad linije navedeni uslovi koji moraju biti ispunjeni pa bi pravilo moglo da se primeni, a ispod linije je naveden način na koji primena pravila menja stanje procedure.

U okviru definicija osnovnih logičkih pojmova, koristićemo konačne sekvence elemenata koje ćemo nazivati *listama*. Pripadnost listi ćemo označavati skupovnom oznakom \in . Uklanjanje svih pojavljivanja elementa e iz liste l će biti označeno sa $l \setminus e$. Pod

valuacijama ćemo podrazumevati liste literala. Valuacija je neprotivrečna ukoliko ne sadrži dva međusobno suprotna literala.

Literal l je tačan u valuaciji v (što označavamo sa $v \models l$) ukoliko je njen član, a l je netačan u valuaciji v (što označavamo sa $v \not\models \neg l$) ukoliko je njemu suprotan literal l njen član. Rečenica c je tačna u valuaciji v (što označavamo sa $v \models c$) ukoliko je bar jedan njen literal tačan u valuaciji v , a netačna u valuaciji v (što označavamo sa $v \not\models \neg c$) ukoliko su svi njeni literali netačni u v . Formula F je tačna u valuaciji v (što označavamo sa $v \models F$) ukoliko su joj sve rečenice tačne u valuaciji v , a netačna u valuaciji v ukoliko joj je bar jedna rečenica netačna u valuaciji v . Pošto pojam valuacije obuhvata parcijalne valuacije u odnosu na neki unapred dat skup promenljivih, istinitosna vrednost literala (rečenica, formula) može da bude i nedefinisana u datoj valuaciji.

Za valuaciju kažemo da je *model formule* (rečenice, literala) ukoliko je neprotivrečna i ukoliko je formula (rečenica, literal) u njoj tačna. Formula je zadovoljiva ako i samo ako ima model.

Formula F povlači formulu F' (rečenicu c , literal l) (što označavamo sa $F \models F'$ ($F \models c$, $F \models l$)) ukoliko je svaki model formule F ujedno i model formule F' (rečenice c , literala l). U ovom slučaju kažemo i da je formula F' (rečenica c , literal l) semantička posledica formule F . Dve formule su logički ekvivalentne ukoliko je svaki model jedne formule ujedno i model druge i obratno. Dve formule su ekvizadovoljive ukoliko je prva formula zadovoljiva ako i samo ako je zadovoljiva i druga.

U valuaciji je moguće razlikovati dve vrste literala – *pretpostavljene literalne* koje ćemo označavati sa uspravnim crtom ispred njih (na primer \bar{l}) i *izvedene literalne* koje predstavljamo samo navođenjem literala bez uspravne crte ispred. Valuacije sa označenim pretpostavljenim literalima ćemo nazivati *označene valuacije*. Pošto je redosled literala u označenim valuacijama bitan za proces rešavanja, označene valuacije će biti predstavljene *listama označenih literala*. Stanje rešavača je određeno tekućom označenom parcijalnom valuacijom M i formulom F čija se zadovoljivost ispituje. Parametar procedure je skup literala L koji čine promenljive koje se javljaju u okviru polazne formule F . DPLL procedura se sastoji iz sledećih pravila prelaza:

$$\text{Decide: } \frac{l \in L, \quad \bar{l} \notin M}{M := M \bar{l}}$$

Pravilo **Decide** opisuje grananje unutar prostora pretrage na osnovu vrednosti literala l . Literal l se dodaje u tekuću parcijalnu valuaciju kao pretpostavljeni literal.

$$\text{UnitPropagate: } \frac{l \vee l_1 \vee \dots \vee l_k \in F, \quad \bar{l}_1, \dots, \bar{l}_k \in M, \quad l, \bar{l} \notin M}{M := M \bar{l}}$$

Pravilo **UnitPropagate** opisuje situaciju kada se unutar prostora pretrage pređe na sledeći nivo, ne korišćenjem **Decide** pravila, nego na osnovu zadovoljivosti rečenica koje uslovljavaju da neki literali moraju biti odabrani. U slučaju ovog pravila prelaza literal l se dodaje u tekuću parcijalnu valuaciju kao izvedeni literal.

$$\text{Backtrack: } \frac{M = M \bar{l} \mid M'', \quad (\text{decisions } M'') = [\], \quad M \models \neg F}{M := M \bar{l}}$$

Backtrack pravilo opisuje vraćanje unazad unutar prostora pretrage onda kada se ustanovi da tekuća parcijalna

valuacija sigurno ne vodi do zadovoljivosti polazne formule F . Pretpostavljeni literal l se u tekućoj parcijalnoj valuaciji zamenjuje izvedenim literalom suprotnog polariteta – \bar{l} .

$$\text{PureLiteral: } \frac{l \in F, \quad \bar{l} \notin F, \quad l, \bar{l} \notin M}{M := M \bar{l}}$$

Pravilo prelaza **PureLiteral** opisuje situaciju kada se određena promenljiva nalazi samo u jednom polaritetu unutar formule. Tada se toj promenljivoj pridružuje odgovarajući polaritet i ona se smatra izvedenom. Pravilo prelaza **PureLiteral** se koristi samo u fazi predprocesiranja.

4.3. Podela prostora pretraživanja SAT rešavača

Tekuća parcijalna valuacija nam daje informaciju o tome gde se trenutno nalazimo u prostoru pretrage, zbog čega se ona u literaturi naziva i putanjom vodiljom (*eng. guiding path*). Možemo iskoristiti taj podatak da podelimo naš prostor pretraživanja. U trenutku kada odvojimo jednu parcijalnu valuaciju za novu radnu stanicu, moramo izmeniti parcijalnu valuaciju stanice koja trenutno obrađuje taj deo prostora pretrage. Na primer, neka je stanica A preuzela parcijalnu valuaciju $M_1 = [x_1]$ i kada dođe do trenutka u kome je njena parcijalna valuacija $M_1' = [x_1, \neg x_2]$ želi da podeli svoj posao sa stanicom B . Ona će stanici B proslediti parcijalnu valuaciju $M_3 = [x_1, x_2]$ ali će pored toga promeniti svoju parcijalnu valuaciju tako što će pretpostavljeni literal $\neg x_2$ zameniti sa izvedenim literalom $\neg x_2$ što možemo zapisati kao $M_1' = [x_1, \neg x_2]$. Time je stanica A dobila informaciju da je njena putanja pretraživanja skraćena i da ona ne mora prolaziti deo prostora pretrage koji je preuzela stanica B .

Svaka stanica obavlja potpuno isti posao, tj. svaka stanica izvršava *DPLL* proceduru. Ono što se razlikuje za ove radne stanice jeste početna parcijalna valuacija koju dobijaju. Pored toga, svaka radna stanica može u nekom trenutku odlučiti da podeli svoju putanju pretrage i time inicirati aktivaciju nove radne stanice.

Dodela poslova stanicama se izvršava dinamički. Prilikom dinamičke dodele poslova radnim stanicama može doći do *ping-pong efekta*. Suština ovog efekta je u tome da se može dogoditi da je rad potrošen na kreiranje novog zadatka ustvari veći od samog posla koji taj zadatak treba da obavi. U tom slučaju smo paralelizacijom ustvari degradirali performanse rešavača. Jasno je da mi ne možemo unapred predvideti koliko će posla biti na određenom delu putanje, tako da ne možemo u potpunosti izbeći ovaj problem. Da bismo smanjili šanse da dođe do *ping-pong efekta*, trudimo se da svaki novi deo putanje koji ćemo dodeliti nekoj radnoj stanici, ima početak koji je što bliži samom vrhu stabla pretrage. Na taj način su veće šanse da će radna stanica imati dovoljno posla, tako da se rad potrošen na deljenje putanje može zanemariti u odnosu na kreiranje posao. Ovaj problem nam takođe nagoveštava da je potrebno ograničiti broj radnih stanica koje rade na rešavanju neke instance, jer ako bi njihov broj bio prevelik svaka bi imala premalo posla i time ne bi mogla da opravda izgubljeno vreme za iniciranje paralelne obrade.

5. TAO ANALIZA SAT REŠAVAČA

U ovom poglavlju ćemo povezati *Tao analizu* algoritama sa našim problemom paralelizacije SAT rešavača. Da bismo uspešno iskoristili *Galoa sistem* za implementaciju našeg algoritma, bitno je da lociramo sve delove Tao analize unutar našeg problema.

Strukture podataka koje koristimo su *skupovi* i *liste*. *Formulu* možemo predstaviti kao skup *rečenica*, gde je svaka rečenica skup *literala*. *Lista promenljivih* sadrži sve promenljive koje se pojavljuju u formuli, umesto liste mogli smo koristiti i skup ali će u našoj implementaciji biti korišćena lista kako bi se lakše pristupalo elementima. *Parcijalna valuacija* je lista elemenata, pri čemu svaki element predstavlja uređeni par. Prvi član para je sam literal, a drugi član para je logička promenljiva koja nam govori da li je odgovarajući literal pretpostavljen ili izveden. Svaka radna stanica ima sve navedene elemente. Već smo rekli da je jedina razlika između stanica u njihovoj početnoj parcijalnoj valuaciji. Na početku svaka stanica dobija kompletnu početnu formulu i kompletnu listu promenljivih stoga ovi elementi nisu bitni za samu paralelizaciju. Sa druge strane potrebna nam je struktura koja će obuhvatiti sve početne parcijalne valuacije. Za to je iskorišćen skup. Dakle, glavna struktura sa kojom radimo tokom paralelizacije poslova je skup početnih parcijalnih valuacija, i ovaj skup predstavlja **Topologiju** Tao analize. Statički skup je strukturirana topologija, može se opisati samo sa jednim brojem koji predstavlja broj članova skupa. Međutim, u našem slučaju tokom obrade se dodaju novi elementi u ovaj skup svaki put kada se izvrši podela prostora pretrage i elementi se uklanjaju iz ovog skupa kada se dodele nekoj radnoj stanici. Na osnovu toga možemo zaključiti da je izgled ove strukture podataka u velikoj meri zavistan od instance problema i od trenutka u kome se obrada nalazi.

Aktivni elementi su početne parcijalne valuacije koje se dodeljuju radnim stanicama. Svaka kreirana početna parcijalna valuacija je aktivni element dok se ne završi sa pretragom njoj odgovarajućeg prostora. Aktivni elementi se generišu dinamički. Njihovo generisanje zavisi od same instance problema tako da elementi postaju aktivni u *data-driven* maniru. Sa stanovišta ispravnosti implementacije nije bitno u kom redosledu će se obrađivati aktivni elementi, ali je zbog izbegavanja ping-pong efekta bitno da se prvo preuzmu najstariji aktivni elementi, na taj način će se podela poslova vršiti najbliže vrhu stabla pretraživanja. Ne postoji mogućnost nikakvog konflikta među aktivnim elementima, zato je moguće u svakom trenutku obrađivati onoliko aktivnih elemenata koliko radnih stanica imamo na raspolaganju.

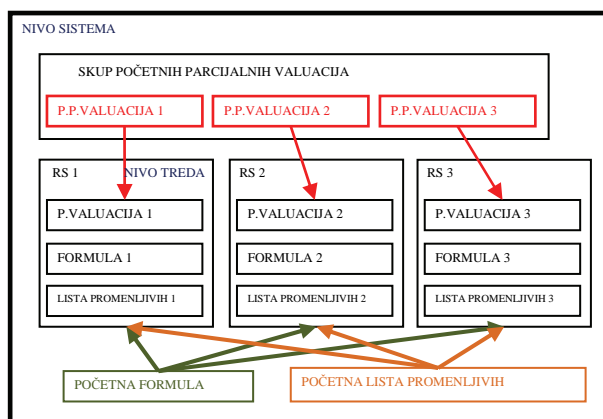
Operatori su svi članovi *DPLL* procedure, tj. *Decide*, *UnitPropagate* i *Backtrack* operator. Ovi operatori menjaju formulu, listu promenljivih i parcijalnu valuaciju koja je pridružena datom elementu. Sa druge strane, ovi operatori ni na koji način ne utiču na skup početnih parcijalnih valuacija tako da sa stanovišta paralelizacije možemo celu *DPLL* proceduru smatrati kao jedan operator koji samo očita početnu parcijalnu valuaciju koja mu je dodeljena. Za svaki aktivni element će biti izvršena kompletna *DPLL* procedura. Dodavanje novog elementa u skup početnih parcijalnih valuacija je operacija koja utiče na paralelizaciju i menja skup početnih parcijalnih valuacija. Ovo dodavanje se odirgava isključivo onda

kada su ostvareni uslovi potrebni za *Decide* operaciju. Ukoliko je moguće, pre *Decide* operacije će se izvršiti podela prostora pretrage, tj. umesto da pretpostavimo neki literal, kreiraćemo odvojene početne parcijalne valuacije za obe vrednosti tog literala.

6. PROGRAMSKO REŠENJE

Za implementaciju paralelnog SAT rešavača korišćen je programski jezik *Java* proširen sa bibliotekama koje su obezbeđene od strane *Galoa sistema*.

Na slici 1 se može videti šta se dešava sa strukturom podataka unutar rešavača. Početna lista promenljivih i početna formula su strukture namenjene samo za čitanje. Svaka radna stanica (RS1, RS2 i RS3) će na početku rada napraviti kopije ovih podataka sa kojima će raditi tokom obrade. Svaka radna stanica na početku dobija jednu od početnih parcijalnih valuacija iz skupa početnih parcijalnih valuacija. Tokom rada svaka radna stanica menja svoju kopiju ovih podataka. Na slici možemo prepoznati dva nivoa: nivo treća koji obuhvata podatke i akcije koje su vezane za jedan tred, i nivo čitavog sistema koji obuhvata sve tredove i sâm postupak paralelizacije.



Slika 1. Struktura podataka paralelnog SAT rešavača

7. REZULTATI

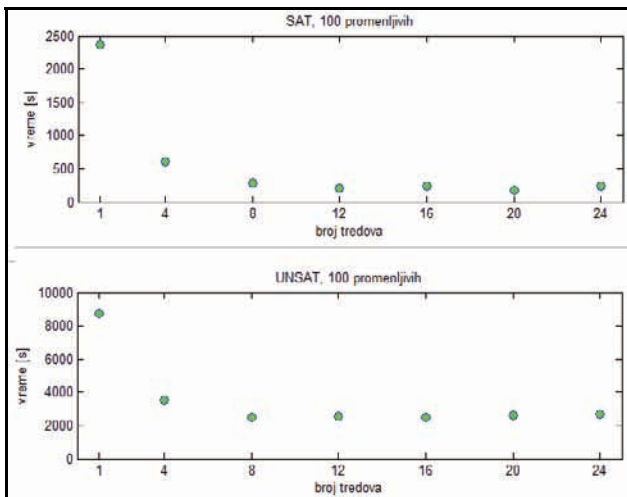
Za testiranje implementacije korišćena je Uniform Random 3-SAT familija instanci problema koja se može skinuti sa sajta [5]. Instance obezbeđene unutar ove familije su formatirane prema DIMACS formatu [6].

Tabela 1: Uniform Randum 3-SAT familija

Skup instanci	Broj instanci	Dužina rečenice	Broj promenljivih	Broj rečenica
uf100-430 / uuf100-430	10 / 10	3	100	430

Skup testova koji su korišćeni je prikazan u tabeli 1. Zadovoljive instance su u biblioteci *uf100-430*, dok su nezadovoljive u biblioteci *uuf100-430*.

Za testiranje programa je korišćen server, ProLiant BL465c G7, koji ima 2 procesora sa po 12 jezgara (AMD Opteron 6172 @ 2.1GHz) i 96GB RAM memorije. Rezultati testiranja su prikazani na slici 2. Rezultati su prikazani posebno za SAT i UNSAT instance koje sadrže 100 promenljivih. Na X-osama je broj tredova koje je program koristio za rešavanje instanci.



Slika 2. Zavisnost vremena izvršavanja programa od broja tredova, za SAT i UNSAT instance koje sadrže 100 promenljivih

Sve instance su testirane odvojeno na sekvencijalnoj verziji programa (samo jedan tred) i odvojeno na paralelnoj verziji programa za 4, 8, 12, 16, 20 i 24 treda. Na Y-osama je predstavljeno srednje vreme izvršavanja svih instanci iz određene grupe.

Ova vrednost je dobijena usrednjavanjem vremena izvršavanja svih instanci iz jedne od dve grupe (uf100-430, uuf100-430) iz Uniform Random 3-SAT familije koja je prikazana u tabeli 1.

Vidimo da je u oba slučaja paralelna verzija programa dala manje srednje vreme izvršavanja od sekvencijalne. Pri tome, najveći napredak se postiže do 12 tredova, nakon toga performanse se ili neznatno popravljaju ili pogoršavaju. Kao što je već rečeno server je podeljen na dva procesora sa po 12 jezgara, pri čemu je komunikacija između procesora sporija nego između jezgara na jednom procesoru. Zbog toga se dobijaju najbolje performanse pri korišćenju 12 jezgara.

8. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada je po prvi put realizovan jedan kompletan rešavač SAT problema baziran na Galois sistemu. Paralelizacija je izvršena podelom prostora pretraživanja rešavača pomoću dinamičkog generisanja putanja vodilja (početnih parcijalnih evaluacija). Rezultati potvrđuju prednost paralelne implementacije u odnosu na sekvencijalnu.

9. LITERATURA

- [1] Galois, ISS Group at UTexas, (2011) <http://iss.ices.utexas.edu/?p=projects/galois>, 1. jul 2012.
- [2] Keshav Pingali, Donald Nguyen, Milind Kulkarni, Martin Burtscher, M. Amber Hassaan, Rashid Kaleem, Tsung-Hsien Lee, Andrew Lenharth, Roman Manevich, Mario Méndez-Lojo, Dimitrios Prountzos, and Xin Sui, *The Tao of Parallelism in Algorithms*, Proceedings of the 32nd ACM SIGPLAN conference on Programming language design and implementation, PLDI '11, New York, 2011. pp. 12-25.
- [3] Milind Kulkarni, *The Galois System: Optimistic Parallelization of Irregular Applications*, Ph.D Dissertation, Department of Computer Science, Cornell University, Ithaca, New York, 2008.
- [4] Filip Marić, *Formalizacija, implementacija i primene SAT rešavača*, doktorska disertacija, Matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 2009.
- [5] SATLIB - Benchmark Problems, <http://www.cs.ubc.ca/~hoos/SATLIB/benchm.html>, 1. jul 2012.
- [6] DIMACS FTP site, <ftp://dimacs.rutgers.edu/pub/challenge/satisfiability/>, 1. jul 2012.

Kratka biografija:



Tatjana Đokić rođena je u Sarajevu 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroprocesorski sistemi i algoritmi odbranila je 2012.god.



Removal of Action Potential Influence on Local Field Potentials using Empirical Mode Decomposition

N. Bozanic¹, T. Loncar Turukalo¹, L. Negyessy², E. Procyk³, D. Bajic¹,

¹Department of Telecommunications and Signal Processing, University of Novi Sad, Serbia;

² Institute for Particle and Nuclear Physics, Wigner Research Centre for Physics, Hungary

³ Stem Cell and Brain Research Institute, University of Lyon, France

Abstract

The paper proposes the method for removal of action potential bias on local field potentials in extracellular recordings with high impedance electrodes. The algorithm is based on empirical mode decomposition providing effective removal of the spectral content which is associated with neuronal spiking. The application of the method is however not limited, as it provides denoising solution in similar settings. The removal of artifactual correlations between spikes and LFP is important for trustworthy estimation of their synchronization as disproportional influence of small set of neurons may bias activity of surrounding neuronal population.

Keywords Empirical mode decomposition, local field potentials, denoising

1 Introduction

Extracellular recording is one of the most widely used techniques for study the nervous system at the cellular level. The signal measured by an electrode placed at a neural site represents the mean extracellular field potentials (EFPs). The very first methods used microelectrodes of the low impedance ($<1\text{M}\Omega$) with tips exposed a bit farther from the spike generating sources to prevent the predominance of action potentials in recorded signals. This type of electrodes can monitor the totality of the potentials in that region consisting of dendritic events and spikes generated by several hundreds of neurons. [1,2].

Extracellular recordings yield two signals by the means of frequency band separation. High pass filtered recording with cutoff frequency of 300 to 400Hz results in multiple-unit spiking activity (MUA). The low pass filtered recorded signal with cutoff up to 300Hz yields local field potential (LFP) which represent mostly slow events reflecting cooperative activity in neural populations.

Data obtained by high impedance electrodes (1-5 $\text{M}\Omega$) can isolate the activity of single neurons. Single or MUA and LFP can be extracted using the same filtering procedure.

The single-unit recording technique still remains the method of choice in many behavioral experiments with conscious animals [1]. Relationship between the large neurons with important functions and their embedding can possibly be explained using LFP. Estimation of LFP and spiking activity from recorded signal relies on the assumption that their frequency content substantially differs. The possibility that spectral content of spiking activity waveforms spreads into LFP band, especially in single unit recordings has been overseen. They are few studies addressing this question [3,4,5] and alerting that possible spectral contamination of LFP results in artifactual correlations between spikes and LFP, with manifestation on many measures used for estimation of their synchronization.

It has been shown on both experimental and simulated signals [3] that spike signatures in LFP are consequences of ineffective spectral separation, and their removal by careful preprocessing might reveal otherwise hidden relationships.

Yet the Bayesian method proposed in [3] works on raw voltage recordings, whereas numerous LFP boards are designed to record LFPs already implementing low pass filtering (with cutoff between 150 and 300Hz). This paper proposes the method for removal of spike signatures in LFPs obtained by low pass filtering, when raw voltage recording is not available. The proposed denoising method is based on empirical mode decomposition offering adaptive removal of frequency content affected by spiking activity.

The method is tested on real signals obtained from anterior cingulate cortex (ACC) in conscious behaving macaque monkeys.

2 Methods

3.1 Experimental procedures and task

Housing, surgical, electrophysiological, and histological procedures were carried out according to the European Community Council Directive (1986) and Direction Départementale des Services Vétérinaires (Lyon, France). The details on surgical, experimental and task procedures are given in detail in [6]. In brief two male rhesus monkeys were trained in the problem solving task

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Nebojše Božanića. Mentor je bio prof. dr Vojin Šenk.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji Workshop on Biosignal Interpretation, Milano, juni 2012.

(PS). Monkeys had to find by trial and error which target, presented in a set of four, was rewarded. A problem was composed of two periods: a *search* period that included all incorrect trials up to the first correct touch and a *repetition* period wherein the animal was required to repeat the correct touch several times.

Neuronal activity was recorded using epoxy-coated tungsten electrodes (1–4 MΩ at 1 kHz; FHC Inc, USA). One to four microelectrodes were placed in stainless-steel guide tubes and independently advanced into the cortex through a set of micromotors (Alpha-Omega Engineering, Israel). Recording locations were confirmed by anatomical MRI and histology [6].

2.2 Extracellular Recordings

Raw recording were filtered using high pass filter (two poles Butterworth) with cutoff at 250Hz and low pass (4 poles Butterworth) with cutoff set to 3KHz for MUA and 280Hz for LFP. Neuronal activity (MUA) was sampled at 12.5 kHz and LFP at 781.25 Hz. Single unit activity was identified using online spike sorting (MSD, AlphaOmega). Since the amplitude of waveforms depends on the electrode position with respect to recorded cells, LFP data was normalized prior to analysis.

The analyzed set of data consisted of 460 pairs of LFPs and corresponding MUAs of average recording length 315s. Fig. 1. presents 1s of both signals with square marks on a top panel denoting the time instants of action potentials. The activity of two neurons embedded in MUA is presented by black and grey squares. The spike signatures are clearly visible on bottom LFP waveform, as well as the presence of high frequency content. The inference on the spike position based only on LFPs is even possible using the simple threshold algorithm on the first derivative of LFPs with almost the same accuracy as this algorithm works on MUA.

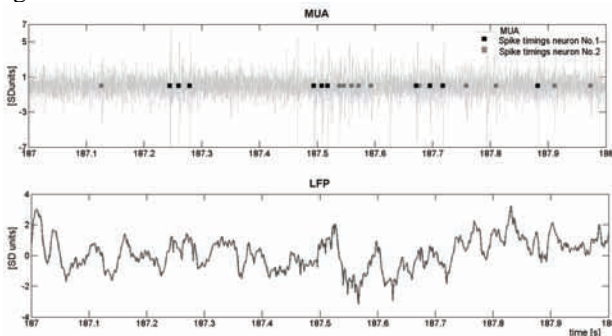


Figure 1: MUA with annotated spike timings of two different neurons (top panel) and corresponding LFP (bottom panel).

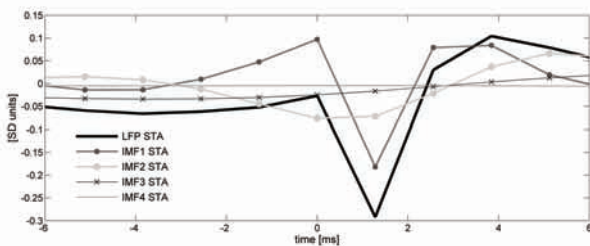


Figure 2: STA of LFP signal and its first three IMFs To illustrate the influence of spiking activity on LFPs,

Fig. 2 presents spike triggered average (STA) obtained by averaging LFP signals for each recording centered on the time of spike.

2.3 Removing action potential influence using empirical mode decomposition

Empirical mode decomposition (EMD) is nonlinear technique developed by Huang [7] for analysis of non-stationary data by decomposition into finite number of intrinsic mode functions (IMF) representing zero mean AM-FM components. EMD is used in numerous practical applications and its experimental performance analysis is elaborated in [8,9], since lack of analytical formulation renders impossible theoretical analysis.

The decomposition is based on the local characteristic time scale of the data yielding IMFs with well behaved Hilbert transform resulting in instantaneous frequencies as functions of time. Hilbert energy spectrum is a final presentation mode providing energy-time-frequency distributions.

The details of the EMD algorithm are given in [7, 9] here the procedure will be briefly outlined. If $x(n)$ denotes an original signal, all extrema of $x(n)$ have to be identified. The upper envelope $e_{MAX}(n)$ is obtained by interpolating between maxima, and the lower envelope $e_{MIN}(n)$ comprises minima. The mean of the two envelopes $m(n)$ is computed and subtracted from original signal $x(n)$. The detail obtained $d(n)$ follows the same procedure iteratively. The refinement of the above procedure is sifting process, which returns the detail into iteration procedure until it is zero mean, or some stopping criteria is satisfied. When the criterion is fulfilled the corresponding detail is considered the first IMF and the sifting process is done on the corresponding residual to obtain IMF2.

The decomposition results in finite number K of IMFs and residual and allows for perfect reconstruction of the original signal:

$$x(n) = \sum_{i=1}^K IMF_i(n) + r(n), \quad (1)$$

The manipulation with modes allows selective removal of fast or slow oscillations [8]. The power spectral density of IMFs, averaged over ensemble of available LFPs reveal that the spectral content of IMF1 and IMF2 covers the disputable range above 100Hz, whereas the power of other IMFs is negligible at these frequencies, and remains below 50Hz (Fig. 3). Another confirmation of major contribution of IMF1 and IMF2 to spike signatures in LFP is given in Fig. 2 where the STA for the first four IMFs is presented.

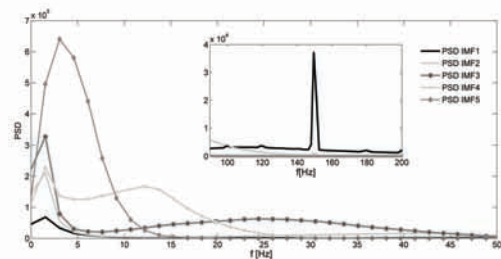


Figure 3: PSD of the first five IMFs enlarged for [0-50Hz] and inset image for [90-200Hz]

The proposed denoising algorithm selectively removes the IMFs whose spectral content is predominantly ($u \geq 70\%$) above certain, adjustable frequency f_{MAX} . The selection of f_{MAX} should cover α , β , and low γ band and partially high γ band [65-140Hz]. The explanation for partial coverage of high γ band can be found by closer inspection of the spectral content of the action potential waveform. Namely, PSD of action potential is dominated by HF (around 1-2kHz), but an enlargement at LF band reveals a certain amount of power particularly at (90-200Hz) [3]. Unfortunately these frequencies are often examined in LFP studies.

Another argument for possible removal of IMFs with the spectral content above f_{MAX} is the contribution of IMFs to LFP, based on empirically observed energies of IMFs. If the energy E_{IMF} is estimated as

$$E_{IMF}[i] = \sum_{n=1}^N IMF_i^2(n) \quad i = 1, \dots, K, \quad (2)$$

the obtained energies with 95% confidence intervals (Fig.4) indicate that IMF_1 and IMF_2 have significantly lower energies than modes IMF_4 to IMF_8 .

The proposed algorithm removes the disputable frequency content performing EMD decomposition by the rule on IMF_1 , IMF_2 , IMF_3 and residual. The procedure starts from LFP(n), $n=1, \dots, N$. The depth of iteration procedure is denoted with j , $j=0$ for IMFs of original signal. The algorithm starts with the parameters initialization, and counters setting $i=1; j=0$.

1. Decomposing the signal using EMD to get the first three IMFs and residual. The IMFs are processed starting from the first IMF at the level j , IMF_i^j .
2. PSD estimation of IMF_i^j .

case 1. If the percentage of power for frequencies $f > f_{MAX}$ is beyond separation bound $u\%$, the IMF_i^j is removed from the signal; $i=i+1$, back to step 2 (proceeding with the IMF_{i+1}^j)

case 2 If the power is partially ($> l\%$) above f_{MAX} , IMF_i^j is further decomposed into subIMFs to remove the disputable content, preserving the most of the IMF's power bellow separation bound. Move to step 3.

case c If the power of IMF_i^j is $(100-l)\%$ bellow f_{MAX} the algorithm moves to the upper iteration level $j-1$, and proceeds with the following IMF at that level. If $j=0$; END, otherwise back to step 1. $i=i+1; j=j-1$;

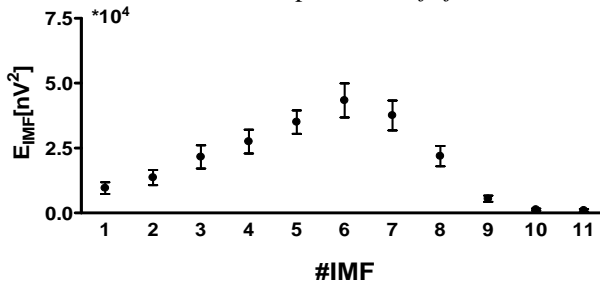


Figure 4: The estimated energies of 11 IMFs and 95% confidence intervals

3. The IMF decomposition is realizable using the

following manipulation. From the critical IMF new signal $dIMF_i^j$ of the first differences $\Delta_i = IMF(i+1) - IMF(i)$ is created including the first IMF sample to enable perfect reconstruction

$$dIMF_i^j = [IMF_i^j(1) \quad \Delta_1 \quad \Delta_2 \quad \dots \quad \Delta_{N-1}] \quad (3)$$

$dIMF$ is decomposable using EMD. Afterwards, along derived IMFs and residual r the cumulative sum is calculated yielding $cIMFs$ and cr . It is easy to verify that the discrete integration procedure enables perfect reconstruction of the IMF_i^j using Eq.1.

The $cIMF_i^j$ becomes the new signal which iterates from the step 1, $j=j+1$;

The iteration is stopped at depth j when the IMF_1^j fulfills the criteria for removal, or when the certain depth (set to $j=6$) is reached consequently removing the IMF_1^j produced at that level. The stepwise return to level $j=0$ effectively follows. The denoised signal is obtained using Eq.(1) with corrected IMFs for $j=0$ and residual.

Using the proposed method the removal of the entire IMFs for $j=0$ is avoided, thus minimizing the distortion of original signal reducing it to unavoidable level. The algorithm parameters u , l , f_{MAX} are adjustable to suit the needs of different experimental settings.

The rule of EMD decomposition into IMF_1 and residual can as well be applied. It simplifies the procedure and implementation.

3 Results

The performance of the algorithm is evaluated on the ensemble of available LFPs. The parameters were set to $f_{MAX} = 90\text{Hz}$, $u=70\%$, $l=5\%$. The algorithm was first tested on simulated signals (triangular wave with added noise with uniform distribution but with different amplitude levels), to assess the effect produced to original signal. By changing the parameters we could eliminate a great portion of added noise, revealing the original waveform masked by added noise

Despite the significant length of LFP recordings, the algorithm works reasonably fast (even when applied in Matlab), with EMD being the most time consumable task. Thus EMD was limited to 10 iterations in sifting process, and the number of modes can be set to one (faster option), or three (as presented).

The procedure usually ended at level $j=4$ for IMF_1 , and at level $j=2$ for IMF_2 , whereas from IMF_3 the PSD condition was always satisfied (as observable from Fig. 3). The performance of algorithm on PSD of IMFs is presented in Fig. 5. Panel a) represents the enlarged detail of interest where PSD of IMF_1 is presented before iteration procedure and after. It is obvious that the proposed algorithm minimizes the frequency content above the set limit, which here eliminates the need to use notch filter to remove the line noise harmonic at 100 and 150Hz. Panel 2 presents the same for IMF_2 , the removed portion of the spectra is here clearly visible, and the power bellow 50Hz is mainly preserved. At this point it should again be emphasized that the contribution of IMF_1 and IMF_2 to overall LFP power at frequencies bellow 90Hz is almost negligible (PSD (IMF_6)) and further were left out

on purpose in Fig. 3 as the would mask the contributions from IMF₁₋₄ at these frequencies).

The gross effect of algorithm's implementation is clearly visible in Fig.6 on STA, one of the most popular metrics of LFP-spike synchronization. The results obtained by our algorithm are comparable to those obtained in [3,4] while exerting minimal influence on LFP signal. The expected effect was as well noted on spike field coherence, SFC, measure of spike LFP synchronization at different frequencies. It is obtained as the LFP STA power spectra divided pointwise with the average power spectra of LFP segments included in STA analysis. After algorithm implementation the dominating SFC at higher frequencies disappears.

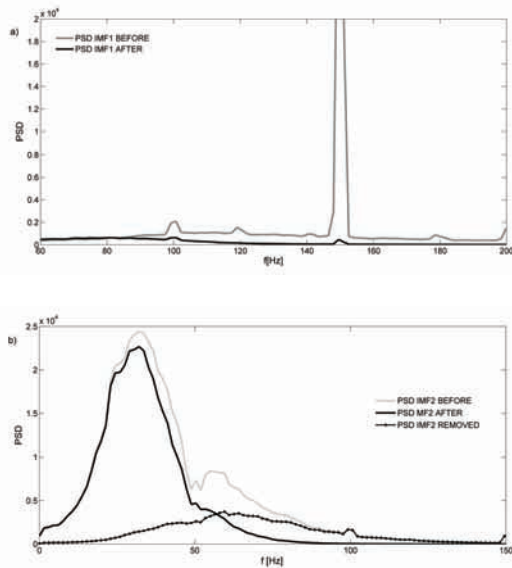


Figure 5: The spectral content of a)IMF1 and b) IMF2 before and after proposed denoising

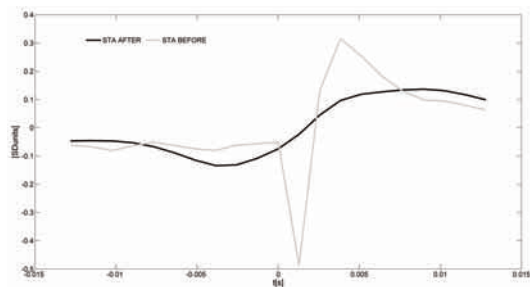


Figure 6: STA before and after removal of frequency content above f_{MAX}

4 Conclusions

The paper presents the methods for removing the influence of action potential waveform on local field potentials in high impedance electrode recordings. The method based on recursive EMD procedure removes the frequency content above specified frequency level minimally distorting the LFP band of interest. The novelty proposed within the algorithm is the IMF manipulation to enable its further decomposition

The method is suited for LFP signals already filtered in acquisition process. It eliminates the need for further LFP filtering to remove power line harmonics and undesirable HF content produced by action potentials. The effect on STA and SFC clearly presents the effectiveness of the approach.

Future work is possible in extending the procedure on LFP extraction from raw extracellular recordings, which is now possible by LF filtering (mostly spread, but obviously not effective method for separation), by subtraction of the mean spike waveform in duration of 3ms (1ms before spike and 2ms after), by using linear interpolation of raw signal in the same interval around spike, and by the Bayesian method proposed in [3].

References

- [1] N.K. Logothetis. The Underpinnings of the BOLD Functional Magnetic Resonance Imaging. *The Journal of Neuroscience*, 23(10):3963-3971, 2003.
- [2] U. Mitzdorf. Properties of the evoked potential generators: current source density analysis of visually evoked potentials in the cat cortex. *International Journal of Neuroscience*, 33(1): 33-59, 1987.
- [3] T.P. Zanos, P.J. Mineault, and C.C. Prack. Removal of spurious correlations between spikes and local field potentials. *Journal of Neurophysiology*, 105:474-486, 2011.
- [4] S.V. David, N. Malaval, and S.A. Shamma. Decoupling action potential bias from cortical local field potentials. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2010: 393019, 2010
- [5] E.E. Galindo-Leon, and R.C. Liu. Predicting stimulus-locked single unit spiking from cortical local field potentials. *Journal of Computational Neuroscience*, 29: 581-597, 2010.
- [6] R. Quilodron, M. Rothe and E. Procyk. Behavioral Shifts and Action Valuation in the Anterior Cingulate Cortex. *Neuron*, 57:314-325, 2008.
- [7] N.E. Huang, Z. Shen, S.R. Long, et al. The empirical mode decomposition and Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. *IEEE Signal Processing Letters*, 11(2):112-114,2004;
- [8] P. Flandrin, P. Gonclaves, and G. Rilling. EMD equivalent filter banks: from interpretation to applications. In N.E. Huang and S.S.P. Shen, *Hilbert-Huang Transform and Its Applications*, pages 57-74, World Scientific
- [9] P. Flandrin, P. Gonclaves, and G. Rilling. On Empirical mode decomposition and its algorithms. *IEEE-EURASIP Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing NSIP03, Grado(I)*,2003.

Address for correspondence:

Name Surname: Tatjana Loncar Turukalo
 Institution: Faculty of Technical Sciences
 email address: tatjana.turukalo@ktios.net

**PROJEKAT KONSTRUKCIJE ARMIRANOBETONSKE ZAPADNE TRIBINE
GRADSKOG STADIONA U UŽICU****THE DESIGN PROJECT OF REINFORCED CONCRETE WEST STAND OF THE CITY
STADIUM IN UŽICE**Vladimir Jović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast- GRAĐEVINARSTVO**

Sadržaj- U radu je prikazan projekat konstrukcije armiranobetonske zapadne tribine stadiona u Užicu kao i uporedna analiza efekata prethodnog naprezanja prema PNB71 i Evrokodu 2.

Abstract- The design project of reinforced concrete west stand of the stadium, and comparative analysis of the effects of prestressing according to PNB71 and EC2.

Ključne reči: armiranobetonska tribina, montažne grede, prethodno naprezanje.

1. OPIS PROJEKTA**1.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Projektnim zadatkom je predviđeno projektovanje zapadne tribine za sedenje sa natkrivanjem cele tribine, dok su ispod tribine predviđeni sadržaji potrebni prema "Pravilniku o bezbednosti i sigurnosti na fudbalskim utakmicama". Preostali prostor koji nije neophodan za te svrhe projektovati kao komercijalni prostor. Tribina se izvodi kao skeletni sistem sa platnima za ukrućenje. Položaj konstruktivnih elemenata definisan je sa dvadeset i sedam poprečnih i četiri podužne ose, što je prikazano na slici 1. U „X“ pravcu pružaju se ose A, B, C, D. Međusobni rasponi između osa su 3,0 i 6,0 m. Ose 1 – 27 se pružaju u „Y“ pravcu i njihovi međusobni rasponi su 4,0, 2,50 i 5,0 m. Zbog velike dužine objekta predviđene su dve dilatacione razdelnice, u osama 9 i 22.

Na koti +4,00 je projektovana tehnička etaža koja se nalazi između osa A i B, i 11 i 20. Na delu između osa A i C, i 13 – 18 predviđena je loža iznad tribina.

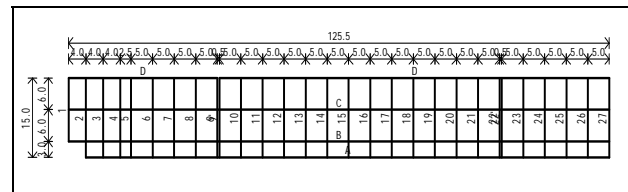
Fasadni zidovi su debljine 30,0 i 20,0 cm a unutrašnji zidovi su debljina $d=20,0$ cm i $d=12,0$ cm.

Stepenište koje vodi u ložu je locirano između osa 16 i 17. Sastoji se iz dva kraka i međupodesta. Ostala stepeništa vode direktno na tribine i locirana su između osa 4 i 5, 9 i 10, 21 i 22, 26 i 27. Sastojе se od jednog kraka i podesta u visini tribinske staze.

Predviđeno je natkrivanje tribine čeličnom nadstrešnicom, oslonjenom u osama A i B. Predmet ovog diplomskog je bila samo AB konstrukcija tribine.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Zoran Brujić.



Slika 1: Šema osa

1.2. Konstruktivni sistem tribine

Objekat je projektovan kao prostorna AB skeletna konstrukcija sa ramovima raspoređenim u dva ortogonalna pravca. Svi elementi su marke betona MB 30, i armirani su armaturom RA 400/500.

Takođe su predviđeni montažni nosači tribina raspona 5,0 m, izuzev između osa 1 – 4 i 5 – 6, gde su rasponi 4,0 m, tj. 2,50 m. Na delu tribina, između osa 9 i 10 i 21 i 22, od kosih nosača do stepenišnog zida raspon je 2,10 m. Nosači su G preseka, širine 80 cm i debljine 10 cm, sa rebrom dimenzija $b/d=10/40$ cm, a tribinske staze na dnu tribina su nesimetričnog U poprečnog preseka. Čine je ploča dimenzija $b/d=140/25$ cm i ivična rebra dimenzija $b/d=10/55$ cm i $b/d=20/100$ cm. Na vrhu tribina između osa 2 – 9 i osa 22' – 27 se postavlja montažna ploča pravougaonog poprečnog preseka $b/d=210/25$ cm.

Nosači se oslanjaju na kose stepenaste montažne AB grede raspona 3,0 i 6,0 m. Dimenzije ovih nosača su $b/d=40/60$ cm. One se oslanjaju na stubove dimenzija 40/50 cm u osi D i 40/60 cm u ostalim osama.

Stubovi su projektovani tako da zadovoljavaju uslove propisane u „Pravilniku za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima [1]“.

Stabilnost objekta za uticaje horizontalnih sila se obezbeđuje AB zidovima raspoređenim prema dispoziciji u oba ortogonalna pravca. Uloga ovih elemenata je da prime i prenesu na temelje horizontalna seizmička opterećenja i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Zidna platna su debljine $d=20,0$ cm i $d=30,0$ cm i projektovana su na načina da zadovolje uslove iz „Pravilnika [1]“.

Stepenište se sastoji iz dve kose ploče debljine $d=16$ cm i jednog međupodesta. Predviđeno je i stepenište koje vodi na tribine. Ono se sastoji od jedne kose ploče i podesta, koji se nalazi u visini montažne tribinske staze. Debljine je $d=14$ cm.

Fundiranje tribine se izvodi na sistemu AB temeljnih greda pravougaonog preseka i temeljnih traka, postavljenim u dva pravca. Dimenzije traka su $b/d=120/40$, osim u osama od 13 – 18, gde su dimenzije $b/d=160/40$. Ispod temelja se postavlja tampon sloj debljine 30 cm, a preko njega mršavi beton debljine 5,0 cm. Preko sloja mršavog betona se postavlja hidroizolacija koja je sa gornje strane

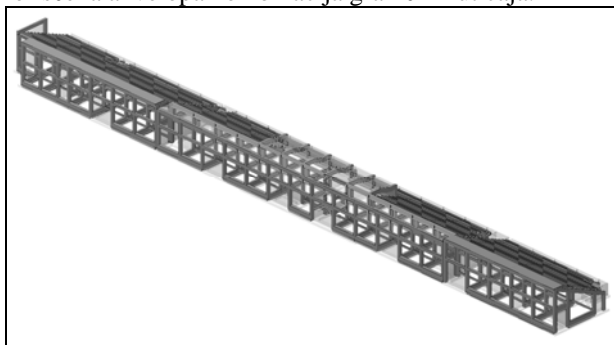
zaštićena slojem nearmiranog betona debljine 5,0 cm. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen geomehaničkim elaboratom i iznosi $\sigma_{doz}=300,0 \text{ kN/m}^2$.

1.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS U.C7.123/1988, čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovne pokrivač, ograde i stolarija), gde se opterećenje od sopstvene težine dobija kroz automatsko generisanje opterećenja u zavisnosti od vrste materijala, odnosno vrste i dimenzija elemenata; korisno opterećenje, opterećenje intenziteta $2,50 \text{ kN/m}^2$ na delovima konstrukcije koji nisu direktno izloženi ljudskoj navali (tehnička etaža), odnosno $5,0 \text{ kN/m}^2$ za delove konstrukcije izložene ljudskoj navali (tribinski nosači, loža), gde se dinamički karakter opterećenja ljudskom navalom uzima u obzir tako što se korisno opterećenje množi korekcionim faktorom koji iznosi 1,40, prema SRPS U.C7.121/1988; opterećenje snegom usvojeno je intenziteta $1,0 \text{ kN/m}^2$ osnove nadstrešnice, koje se prenosi na konstrukciju tribine u čvorovima oslanjanja nadstrešnice, i na tribinama između osa C i D (Sl. list SFRJ 61/48); opterećenje vetrom je analizirano saglasno aktuelnim standardima SRPS U.C7.110 – 112, za malu krutu zgradu i lokaciju Užice; seizmičko opterećenje je analizirano saglasno "Pravilniku [1]", korišćena je opcija programa Tower 6,0 za modalnu analizu prvih 10 tonova oscilovanja, nakon čega je izvršen proračun za dva pravca delovanja seizmičkih sila prema multimodalnoj analizi (II kategorija objekta, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

1.4. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0, korišćenjem linijskih i površinskih konačnih elemenata, slika 2. Za dimenzionisanje je korišćena anvelopa kombinacija graničnih uticaja.



Slika 2:3D Izgled konstrukcije

Opterećenja na model su aplicirana kao linijska, površinska i tačkasta, saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Za nanošenje stalnog opterećenja korišćena je opcija Tower-a 6.0 da sam generiše sopstvenu težinu pojedinih elemenata. Opterećenje od pregradnih zidova i bravarije u loži razloženo je po površini ploče lože. Opterećenje od fasadnih zidova je nanošeno kao linijsko opterećenje na fasadne grede, dok je sa unutrašnjih zidova nanošeno na temeljne grede. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elementa 0,50 m). Tlo je modelirano pomoću Vinklero-

vog (Winkler) modela podloge - elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od $40,0 \text{ MN/m}^3$.

Analiza dejstva horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanice konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun je izveden na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Modalna analiza je izvedena sa realnim rasporedom masa bez redukovanja faktora krutosti i modula elastičnosti seizmičkih zidova što omogućuje realniji prikaz sadejstva ploča i seizmičkih zidova.

1.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima [2] i [3], prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je korišćena opcija Tower 6.0. Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani, obostrano simetrično armirani. AB zidovi su dimenzionisani saglasno "Pravilniku [2] i [3]".

2. UPOREDNA ANALIZA EFEKATA PRETHODNOG NAPREZANJA PREMA PNB71 I EC2

2.1. Uvod

Osnovna ideja prethodnog napreznja elemenata, odnosno konstrukcija je da se već pri građenju, unapred izazovu prinudne deformacije elementa/konstrukcije i time obezbedi njeno povoljnije ponašanje u eksploataciji. Izborom veličine sile prethodnog napreznja, moguće je postići rezultujuće stanje sila, odnosno napona u betonu, koji će i u najnepovoljnijem slučaju u eksploataciji još uvek da budu pritisci. Time se sprečava pojava prslina, povećava pouzdanost i trajnost objekta i otvara mogućnost uštede na izolacionim materijalima.

Pod predhodnim napreznjem se podrazumeva primena specijalnih čeličnih proizvoda (žica, šipki, užadi, kablova, sajli...), koji su već pri ugrađivanju na odgovarajući način unapred – prethodno zategnuti.

U zavisnosti od prihvatljivih minimalnih napona na gornjoj ivici u fazi prethodnog napreznja, odnosno napona na donjoj ivici u fazi eksploatacije, razlikuju se tri koncepta – nivoa prethodnog napreznja:

- **potpuno prethodno napreznje** – ne dozvoljava se pojava napona zatezanja, osim eventualnih prolaznih, privremenih napona zatezanja u fazi prethodnog napreznja;
- **ograničeno prethodno napreznje** – dozvoljava se pojava limitiranih napona zatezanja u betonu;
- **parcijalno prethodno napreznje** – dozvoljava se i pojava prslina ali limitirane širine.

U zavisnosti od tehnologije, prethodno napreznje može biti naknadno i prednapreznje prethodnim utezanjem (adheziono). Kod naknadnog prethodnog napreznja kablovi se utežu nakon očvršćavanja betona, dok je kod adhezionog prethodnog napreznja prvo izvršeno utezanje kablova pa se nakon toga liju betonski elementi na stazi.

U zavisnosti od vrste prethodnog napreznja razlikuju se: unutrašnje i spoljašnje prethodno napreznje kablova. Kod unutrašnjeg prethodnog napreznja svi kablovi se nalaze unutar poprečnog preseka elementa, dok se kod spoljašnjeg, kablovi vode delom kroz element delom van

njega i željeni ekscentricitet se dobija korišćenjem devijatora. U slučaju unutrašnjeg prethodnog naprezanja postiže se veća zaštita od korozije, a kod spoljašnjeg se, zbog većeg ekscentriciteta postiže veći efekat prethodnog naprezanja i veća dostupnost kontroli.

Čelik koji se upotrebljava je visokovredni čelik sa granicama velikih izduženja preko 1000 MPa. Tipična užad za prethodno naprezanje su nominalnog prečnika 15,2 ili 15,8 mm. Užad imaju znatno više čvrstoće, ali su krutija od klasične armature, sa modulom elastičnosti oko 195 GPa. Na kraju kablova se postavljaju ankeri – kotve. Tip kotve zavisi od usvojene tehnologije prethodnog naprezanja: *normalna ili aktivna kotva*, ako se sa tog kraja vrši utezanje kablova; *nastavna kotva*, ako se predviđa nastavljavanje – kuplovanje kablova; *fiksna ili mrtva kotva*, ako se taj kraj kabla samo sidri unutar betona.

Aktivne kotve postavljene na oba kraja kabla omogućavaju različite redoslede utezanja:

- utezanje samo sa jednog kraja;
- istovremeno utezanje sa oba kraja sa dve prese;
- utezanje prvo sa jedne strane, pri čemu kotva na drugom kraju trenutno ima ulogu fiksne kotve, i potom se presa prenosi na drugi kraj kabla. Potrebno je prvo izvršiti rasklinjavanje užadi – njihovo izvlačenje zajedno sa klinom, i tek potom nastaviti utezanje do zahtevane sile.

Napon, odnosno sila, u kablovima je promenjiva usled gubitka koji se javljaju prilikom utezanja (trenje, elastične deformacije i uvlačenje klina) i tokom vremena usled skupljanja i tečenja betona, odnosno relaksacije čelika.

- *Gubici sile usled trenja* – Kabl se vodi kroz zaštitnu cev i pri utezanju se javlja trenje usled kretanja kabla, koje je praćeno trenjem kabla o zid cevi. Pri većim dužinama kabla i velikim skretnim uglovima, ovi gubici znaju da budu preveliki pa je neophodno dotezati kabl sa drugog kraja. Prilikom utezanja je obavezno merenje izduženja kabla.

- *Gubici usled elastičnih deformacija konstrukcije* - Konstrukcije se obično utežu sa više kablova. Utezanje svakog narednog kabla deformiše konstrukciju, i menja stanje napona u prethodno utegnutim kablovima. Samo poslednje utegnute kabl ima željenu silu.

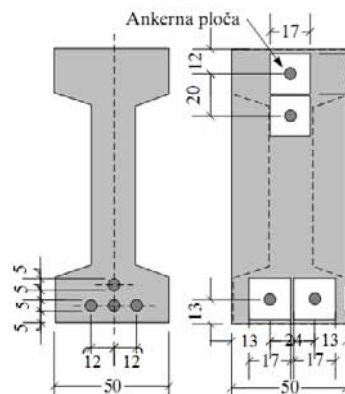
- *Gubici usled uvlačenja klina* - Nakon dostizanja željene veličine sile na presi, pristupa se ukotvljenju kablova i oslobađanju prese. Prilikom toga dolazi do izvesnog klizanja klina, uvlačenja klina u ankeru ploču, što dovodi do skraćanja užeta i pada sile prethodnog naprezanja.

- *Skupljanja i tečenja betona i relaksacije čelika* takođe izazivaju pad sile u kablovima.

Za prethodno napregnute konstrukcije se javljaju dva stanja koja su merodavna za procenu efekata prethodnog naprezanja. Početno stanje, pri kome se javlja najveća sila prethodnog naprezanja a najmanji moment usled spoljašnjeg opterećenja. Drugo stanje je stanje minimalnih sila u kablovima, koje se javljaju nakon vremenskih gubitaka, i maksimalnih momenata usled spoljašnjeg opterećenja.

2.2. Uporedna analiza efekata prethodnog naprezanja prema PNB71 i EC2

Analiza rezultata je urađena na primeru prethodno napreznog nosača, i poprečnog preseka, koji je proračunat



Slika 3: Raspored kablova u sredini raspona i na čelu nosača

prema domaćem pravilniku, "Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za prednapregnute beton" iz 1971 – PNB71 [1], i prema evropskim normama, *Eurocode 2 – EC2* [9]. Prilikom proračuna prema PNB71 dobijena je normalna sila u kablovima, kao i broj i raspored kablova, slika 3. Kasnije su ta ista normalna sila i raspored kablova usvojeni za proračun prema EC2.

Prema domaćem pravilniku, efekti prethodnog naprezanja se proračunavaju prema dopuštenim naponima. Taj pristup je u savremenijem evropskom pravilniku, EC2, ustupio mesto proračunu prema граниčnim stanjima upotrebljivosti. Prema propisima se dozvoljavaju prsline uz dodavanje potrebne količine armature za prijem zatezanja u isprskalnom betonu, s tim što se vrši kontrola širine prslina. U domaćem pravilniku osnovni pojam je napon dok je u Evrokodu to prslina, ali se svodi na isto. Ograničenjem veličine napona se sprečava pojava prslina.

U domaćem pravilniku se gubici sile prethodnog naprezanja pri trenju računaju prema formuli u kojoj je u eksponentu koeficijent trenja μ pomnožen samo sa skretnim uglom pa sabran sa trenjem na pravom delu trase. U EC2 se koeficijent trenja množi sa zbirom skretnog ugla i veličinom trenja na pravom delu trase. Nakon uporedne analize se dobija sila u sredini raspona, koja se razlikuje za oko 3%. Prema domaćim standardima konačna sila na desnom kraju je manja za oko 6% u odnosu na EC2.

U izraz za proračun rasprostiranja gubitaka usled uvlačenja klina, prema EC2, ulazi dužina uvlačenja klina, modul elastičnosti kabla i površina poprečnog preseka kablova, koji se nakon toga dele sa vrednošću gubitka usled trenja po metru u okolini ankera. Prema PNB71, efekat klizanja se rasprostire na manjoj dužini, jer ga ipak prisutno trenje amortizuje. Povratnom kretanju užeta se suprotstavlja trenje užeta o zid zaštitne cevi, sa koeficijentom trenja μ' , koji se prema našem pravilniku predložen za 50% veći od koeficijenta trenja pri utezanju kablova. Ove razlike dovode do toga da se rasprostiranje gubitaka prema EC2 obavlja na većoj dužini nego prema PNB71. Nakon analize gubitaka usled uvlačenja klina prema PNB71 i EC2, dobijena sila u kablovima na mestu prese je oko 5% manja prema domaćim normama u odnosu na evropske.

Prema PNB71 se usvaja, kao dovoljno tačna, pretpostavka da je efekat sukcesivnog utezanja kablova približno jednak trenutnom nanošenju polovine rezultujuće sile kablova. Na sličnom principu se zasniva i EC2, s tom razlikom što je modul elastičnosti betona istog kvaliteta nešto niži

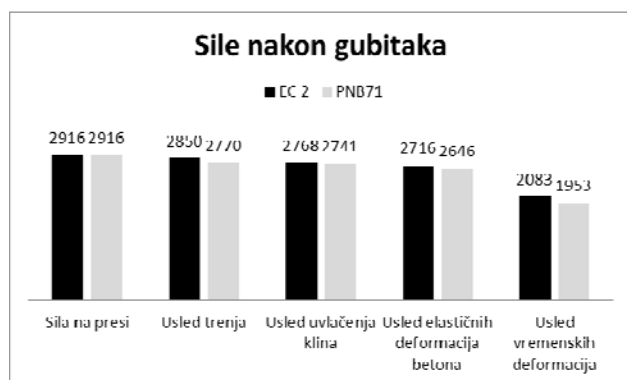
prema propisima, a samim tim je odnos modula elastičnosti čelika i betona veći. Gubici usled elastičnih deformacija betona izazivaju pad sile u kablovima za 3,5% prema PNB71, i 2,5% prema EC2.

Nakon proračuna gubitaka definisano je početno stanje prethodno napregnute konstrukcije.

Analizom efekata prethodnog naprezanja prema PNB71 i EC2 dobijeni su gubici sile prethodnog naprezanja u sredini raspona od približno 9% i 7% od sile na presi, respektivno. Na levom kraju nosača se dobijaju gubici 12,5% sile na presi prema PNB71 i 8,5% sile na presi prema EC2.

U Evrokodu, izraz za vremenske gubitke, pojavljuje se u obliku koji obuhvata promene dilatacije betona u nivou rezultujućeg kabla, usled istovremenog dejstva normalne sile i momenta savijanja.

Takođe se propisuju niže trajne vrednosti skupljanja betona, i konačne vrednosti koeficijenta tečenja betona, pri vlažnosti vazduha od 80%. Pad napona u kابلu iznosi oko 23%. Prema domaćem standardu se javlja pad napona od 26%.



Grafik br. 1 Pad napona

Prema domaćem pravilniku pad sile prethodnog naprezanja u kablovima nakon svih gubitaka iznosi 33%, od čega je 9% izgubljeno u fazi prethodnog naprezanja, dok je preostalih 24% izgubljeno tokom vremena. Proračunom prema EC2 ukupni gubici sile prethodnog naprezanja iznose 28%. Trenutne gubitke čini 7% od toga, a 21% su trajni.

Naponi u zategnutoj zoni prema EC2 treba da budu niži od čvrstoće betona na zatezanje da bi se sprečila pojava prslina. Prema PNB71 je data donja i gornja granica napona. Donja granica je uglavnom čvrstoća betona na zatezanje pa je proračun sličan.

Kapacitet nosivosti, odnosno moment loma preseka, predstavlja sigurnost od loma. Ovo stanje se razmatra samo hipotetički da se utvrdi da li konstrukcija ima dovoljnu rezervu nosivosti pri realnom opterećenju u eksploataciji. PNB71 određuje propisanu vrednost globalnog koeficijenta sigurnosti od loma na nivou spoljašnjih opterećenja, dok se za ponašanje materijala usvajaju realni dijagrami.

Evrokod koristi drugi princip, uvode se posebni parcijalni koeficijenti sigurnosti za osnovne materijale, a posebni za spoljna opterećenja.

Prema PNB71 maksimalni naponi u kابلu se usvajaju u vrednosti od 90% čvrstoće kidanja užeta. EC2 ovde propisuje da se ova vrednost podeli parcijalnim koeficijentom sigurnosti, koji iznosi 1,15. Što se tiče parcijalnog koeficijenta sigurnosti za beton, prvo se čvrstoća betonske kocke množi koeficijentom 0,85. Ova vrednost se u primeru proračuna prema EC2 deli sa parcijalnim koeficijentom sigurnosti 1,50.

Pri proračunu je stvarni presek sa vutama aproksimiran zamenjujućim presekom bez vuta. Neutralna linija preseka se određuje nakon usvajanja željene dilatacije betona i smanjenjem dilatacije čelika dok uslov ravnoteže sila u preseku ne bude zadovoljen. Usled nižih vrednosti graničnih napona u betonu i kablovima, zbog parcijalnih koeficijenata sigurnosti, vrednost x je prema EC2 nešto veća nego prema PNB71. Time se dobijaju i niže sile zatezanja u kablovima, odnosno pritiska u betonu, u odnosu na PNB71. Konačno, dobijeni moment loma u preseku prema PNB71 mora da zadovolji sigurnost od loma preseka, tj. da količnik momenta loma i momenta u eksploataciji mora biti veći od 1,80.

3. LITERATURA

- [1] Zbirka Jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije
- [2] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetaska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetaska štampa, Beograd, 2000.
- [4] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton 3*, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [5] B. Petrović: *Odabrana poglavlja iz zemljotresnog građevinarstva*, Građevinska knjiga, Beograd, 1989
- [6] D. Aničić, P. Fajfar, B. Petrović, A. Szavits-Nossan, M. Tomažević: *Zemljotresno inženjerstvo – visokogradnja*, Građevinska knjiga, Beograd, 1990
- [7] <http://www.radimpex.rs> – uputstvo za primenu Tower 6.0/ArmCAD, 2011
- [8] V. Alendar: *Prethodno napregnuti beton*, Univerzitetaska štampa, Beograd, 2003
- [8] Evrokod 0: *Osnove proračuna konstrukcija*, Univerzitetaska štampa, Beograd, 2006
- [9] Evrokod 2: *Proračun betonskih konstrukcija – Deo 1: Opšta pravila i pravila za proračun zgrada*, Univerzitetaska štampa, Beograd, 1994
- [10] M. K. Hurst: *Prestressed concrete design*, E & FN spon, London, 1998



Vladimir Jović rođen je u Užicu 1984. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva odbranio je 2012. godine.

PLANIRANJE IZGRADNJE MONTAŽNE HALE BAZIRANO NA OPTIMIZACIJI KROVNIH NOSAČA

PLANNING THE CONSTRUCTION OF ASSEMBLY HALL BASED ON THE OPTIMIZATION OF ROOF GIRDERS

Tadija Teofanović, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazano planiranje izgradnje montažne hale, bazirano na izboru optimalne varijante krovne konstrukcije. Izbor optimalne varijante krovne konstrukcije, podrazumeva izbor optimalnog tipa glavnog krovnog nosača, kao dominantnog elementa u konstrukciji, po količinama materijala i rada.

Abstract – The paper describes the planning the construction of assembly hall based on the selection of optimal variant of the roof structure. Selection of optimal variants of the roof structure, means the selection of the optimal type of the roof girder, as the dominant element in the quantities of materials and labor.

Cljučne reči: krovna konstrukcija, višekriterijumska optimizacija, metoda kompromisnog programiranja, metoda kompromisnog rangiranja, planiranje izgradnje

1. UVOD

Građevinsku proizvodnju karakteriše veliki obim proizvodnje, veliki broj operacija, visok stepen mehanizovanosti procesa, kao i složena organizacija proizvodnje. Za uspešnu i efikasnu realizaciju građevinskog objekta, neophodno je pre svega, izvršiti detaljnu analizu projekta uzimajući u obzir sve okolnosti i delatnosti koje obuhvata tehnologija i organizacija građenja. U radu je planirana izgradnja poslovnog centra, hale kojoj su varirana tri tipa krovne konstrukcije i izabrano optimalno rešenje. Varirani su primarni elementi krovne konstrukcije krovni nosači i rožnjače u tri materijala, beton, čelik i drvo. Odluka o izboru optimalnog rešenja krovne konstrukcije proistekla je iz činjenice da krovna konstrukcija, po količini materijala (težini) i radu, ima značajan udeo u ukupnim resursima, utrošcima i troškovima konstrukcije, pa se smanjenjem istih, direktno utiče na troškove izgradnje objekta. Veći broj kriterijuma koji utiču na izbor optimalnog rešenja krovne konstrukcije uvode zadatak u problematiku višekriterijumske optimizacije.

2. OPIS OBJEKTA

Hala je projektovana kao prodajni i izložbeni prostor bele tehnike i pokućstva. Gabarit hale je 25x80m, visine 12,4m, sa etažama: prizemlje, međusprat i sprat. Konstrukcija hale se sastoji od dva broda jednakih raspona od po 12m i ima ukupno 20 polja (u svakom brodu po 10). Konstrukcija objekta je montažna armirano-betonska, sačinjena od elemenata koji se izrađuju u pogonima za prefabrikaciju i elemenata koji se izrađuju na gradilištu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, vanredni profesor.

Prefabrikovani (montažni) elementi konstrukcije su: stubovi, temeljne grede, međuspratne i krovne grede i montažne ošupljene prednapregnute tavanice.

U podužnom pravcu stubovi se postavljaju na svakih 8m, osim u polju kod dilatacije gde je raster stubova 6,3m. Na kratke elemente stubova se oslanjaju međuspratne grede, na koje su postavljene ošupljene prednapregnute tavanice. Na vrhovima ivičnih i središnjih stubova montiraju se krovne grede. U poprečnom pravcu se na svaka 4m postavljaju glavni nosači, koji se oslanjaju na krovne grede u osi iznad stubova i u sredini polja krovnih greda. Sekundarni nosači, rožnjače se montiraju upravno na glavne nosače.

Svi konstruktivni betonski elementi su izvedeni od MB 30 ili MB 40 i armirani armaturom RA 400/500, GA 24/360, MA 500/560.

3. TEHNOLOGIJA GRAĐENJA OBJEKTA

Izgradnja objekta predstavlja kompleksan proces rada, pa zahteva ozbiljan pristup u rešavanju svih njegovih segmenata. To podrazumeva da postoji kvalitetan projekat i stručno i kvalitetno izvođenje radova u skladu sa projektom. Izvođač je dužan da se maksimalno pridržava važećih pravilnika i standarda. Da bi se glavni radovi izveli racionalno, neophodno je pripreme radove obaviti kvalitetno. Dominantni radovi na izgradnji objekta su zemljani radovi, radovi na izradi montažne konstrukcije objekta, tesarski, armirački i betonski radovi.

3.1. Zemljani radovi

Izgradnja objekta je predviđena na ravnom, čistom terenu. Na samom početku se vrši priprema gradilišta, obeležavanje objekta i potrebni zemljani radovi. Zemljani radovi počinju skidanjem sloja humusa buldozerom, potom se vrši geodetsko obeležavanje objekta. Najveći obim zemljanih radova obuhvata iskop temeljnih jama za temelje samce mašinskim putem. Iskop se vrši bagerom sa dubinskom kašikom.

3.2. Elementi montažne konstrukcije

Montažni (prefabrikovani) AB elementi konstrukcije se izrađuju u posebnim pogonima, prema važećim standardima za kontrolu kvaliteta. Prednost ovog vida proizvodnje elemenata, u odnosu na proizvodnju na samom gradilištu, je mogućnost kvalitetnije, pouzdanije i brže proizvodnje elemenata, uz korišćenje specijalizovane mehanizacije, opreme i radne snage [1],[2]. Transport montažnih elemenata je organizovan i vrši ga preduzeće odgovorno za izradu elemenata, transportnim sredstvima i opremom za fiksiranje i bezbedan saobraćaj. Transportabilnost elemenata je jedan od bitnijih faktora kada je reč o dopremanju prefabrikovanih elemenata iz pogona do samog gradilišta.

Montaža konstrukcije je svakako jedan od najsloženijih procesa rada i samo uz maksimalno korišćenje mehanizacije i precizno organizovanu opremu može se uspešno realizovati. Montažu obavljaju specijalizovane organizacije sposobne da kvalitetno izvrše radove, uz adekvatan stručni kadar i mehanizaciju.

3.3 Elementi koji se izrađuju na licu mesta

Dominantni radovi kad ovih elemenata su betonski i armirano-betonski radovi (oplata, armatura, betoniranje), zidarski radovi, izolaterski radovi i ostali radovi u koje spadaju limarski, stolarski, bravarski, molersko-farbarski, keramičarski, podopolagački i radovi na izradi vodovodne i kanalizacione mreže i elektro instalacija.

3.4. Mehanizacija tehnološkog procesa

Prilikom izbora mehaničkih sredstava za izvršenje radova treba uzeti u obzir sve faktore koji utiču na izbor, a pre svega treba voditi računa o tome da svi predviđeni radovi budu završeni kvalitetno i u postavljenom roku. Da bi se to postiglo treba ići na izbor mašina visoke produktivnosti naročito za složene radove i radove većeg obima.

Mehanizacija koja je potrebna za izvršenje pojedinih radova može se podeliti u dve grupe:

- mehanizacija i oprema za direktno izvršenje radova (buldozer, utovarivač, bager, vibroploča, pervibrator...) i
- mehanizacija za transport (kamioni, dizalice...).

4. IZBOR OPTIMALNOG TIPA KROVNOG NOSAČA

U zavisnosti od oblika osnove objekta i broja krovnih ravni, krovovi se dele na: jednovodne, dvovodne, trovodne, četvorovodne, viševodne, kupaste, piramidalne, šatoraste i složene krovove. Prema nagibu krovne ravni razlikuju se krovovi sa neznatnim nagibom do 5°, blagim nagibom od 5-25° i strmim nagibom preko 25°.

Noseća krovna konstrukcija nosi krovni pokrivač, prima opterećenje koje se nalazi na njemu i prenosi ga na donje delove konstrukcije sve do temelja i podloge na kojoj je objekat fundiran.

4.1. Tipovi krovnih nosača

Noseće krovne konstrukcije kod montažnih hala mogu biti izrađene od različitih materijala: armiranog betona, čelika ili drveta. Glavni nosači (vezači) noseće krovne konstrukcije mogu biti rešetkasti ili puni. Mogućnost primene različitih tipova elemenata primarne krovne konstrukcije otvara problem izbora optimalnog rešenja. Zadatak optimizacije ja da izvrši izbor najbolje moguće varijante iz niza povoljnih varijanti. Za detaljnu analizu i izbor optimalnog materijala krovnog vezača varirana su tri tipa nosača:

- **TIP 1** – AB pun nosač
- **TIP 2** - čelični rešetkasti nosač
- **TIP3** - pun nosač od LLD

Varijanta sa krovnim nosačem tipa 1 – AB rigla

Za prvo varijantno rešenje odabran je armirano-betonski nosač iz proizvodnog programa "DAK doo" iz Beočina. Glavni nosač TIP 1 je montažni AB element pravougaonog poprečnog preseka, sistema proste grede. Poprečni presek u polju je $b/d=80/50$ cm, a u oslonačkom delu iznosi $b/d=66/50$ cm. Dužina rigle je 12,4m i izrađuje se sa paralelnim donjim i gornjim pojasom.

Rigla se oslanja na krovne grede, u osi iznad stubova i na sredini krovnih greda, tako da zajedno sa rožnjačama i

krovnim pokrivačem formiraju dvovodni krov, sa padom od 5°. Na oslonačkim krajevima rigle formirane su po 4 anker rupe, u koje se uvlače ankeri ispušteni iz krovnih greda. Nosač se montira na koti 11,50m u slemenu i na koti 10,50m na ivičnoj krovnoj gredi.

U krovnoj konstrukciji ukupno se postavlja 42 komada AB rigli, po 21 komad za svaki brod. Nosač je izrađen od betona MB 40, armiran glatkom GA 240/360 i rebrastom armaturom RA 400/500.

Varijanta sa krovnim nosačem tipa 2– čelična rešetka

Glavni nosač TIP 2 je čelična rešetka sistema proste grede, raspona 12,35m. Nosači se postavljaju na svaka 4.0 m na AB krovne grede tako što se na oslonačkom delu ostvaruje zglobna veza. Konstruktivni sklop rešetke čine pojasni štapovi i ispuna koja je sačinjena od dijagonala i vertikalna. Pojasni štapovi se izrađuju od čeličnih hladnooblikovanih kutijastih profila HOP 80x80x4mm, dok su štapovi ispune HOP 50x50x2,5mm. Zatvoreni profili imaju prednost u odnosu na otvorene profile zbog lakšeg održavanja i manjih površina koje je potrebno premazati antikoroziom i protivpožarnom zaštitom.

Spajanje štapova u čvornim vezama u polju rešetke se ostvaruje zavarivanjem ugaonim šavovima, bez podložnih i čvornih limova. Čvorovi u oslonačkom delu rešetke se oblikuju pomoću čvornih i podložnih limova da bi se dodatno ukrutili. Zglobna veza između stuba i rešetkastog nosača se ostvaruje pomoću 2 zavrtnja M 22 ankerisana na svakom osloncu.

Veza ronjača sa rešetkastim nosačem se ostvaruje pomoću 2 L profila 50x50x4mm, dužine 200mm, koji se zavaruju u čvorovima rešetke, tako da se rožnjača montira između njih. Spregovi u krovnoj ravni nisu predviđeni, jer je krutost osnovne armirano-betonske konstrukcije dovoljna da primi opterećenje vetrom.

Pošto je uticaj visokih temperatura na čeličnu konstrukciju izuzetno nepovoljan i dovodi do naglog gubitka nosivosti čelika usled incidentnih situacija (požar), to se mora uzeti u obzir i elementi konstrukcije premazati protivpožarnim premazom.

Varijanta sa krovnim nosačem tipa 3-pun nosač od LLD

Glavni nosač TIP - 3 je drveni pun nosač sistema proste grede, proizveden od lepljenog lameliranog drveta u proizvodnom pogonu G.P. „Piramide“ iz Sremske Mitrovice. Dužina nosača je 12,3 m i izrađen je sa pravim i paralelnim pojasima. Nosač je pravougaonog poprečnog preseka $b/d=16/60$ cm. Nosači od LLD se zglobno oslanjaju na AB krovne grede na svakih 4 m i to u osama iznad stubova i na sredini raspona AB krovnih greda.

Nosač se sastoji od lamela koje su lepljene u jednoj fazi (debljina lamele je 20 mm) i koje se pružaju u pravcu ose nosača. Lamela su izrađene od četinara II klase, vlažnosti 10%. Površina elemenata od LLD se štiti premazima i lakovima, koji služe kao oplemenjivači, čime se smanjuje rizik od povećanja vlažnosti i propadanja drveta.

4.2. Kriterijumi optimizacije

Optimalno rešenje krovne konstrukcije predmetne hale se bira na osnovu kriterijumima tehničko-tehnološkog karaktera (utrošak osnovnih resursa, materijala) i ekonomsko-finansijskog karaktera (troškovi). Za tri različita materijala (beton, čelik i drvo) posmatrana je težina konstrukcije koja uključuje utrošak osnovnog

materijala, troškovi izrade, transporta i montaže krovne konstrukcije i rok završetka montaže konstrukcije.

Definisane su tri kriterijumske funkcije:

- f1 - težinski uticaj krovne konstrukcije (KN/m²)
- f2 - troškovi izrade, transporta i montaže krovne konstrukcije (€/m²) i
- f3 - rok montaže konstrukcije (dana)

4.3 Izbor metode višekriterijumske optimizacije

Veći broj kriterijuma koji pokazuju uticaj na izbor optimalnog tipa krovnog nosača, uvode zadatak u problem višekriterijumske optimizacije. Višekriterijumska optimizacija je složen proces dolazanja do rešenja i odvija se u više faza i na više nivoa odlučivanja. Višekriterijumska optimizacija obezbeđuje analizu sa stanovišta svih ili najbitnijih faktora koji deluju na posmatrani sistem, pa usvojeno konačno rešenje (najbolja varijanta), predstavlja optimalno rešenje, za date uslove. Primenom ove metode analiziraju se tri različita varijantna rešenja, na bazi tri kriterijuma i dobijaju se optimalna rešenja po pojedinim kriterijuma, tj. optimalno rešenje za skup svih kriterijuma u sistemu [3].

Model optimizacije za izbor tipa krovnog nosača dat je u obliku:

$$\min F(x) = \min (f1, f2, f3,)$$

u kome su:

varijante: A1 - varijanta krovne konstrukcije sa AB riglom, A2 - varijanta krovne konstrukcije sa čeličnom rešetkom i A3 - varijanta krovne konstrukcije sa punim nosačem od LLD, a

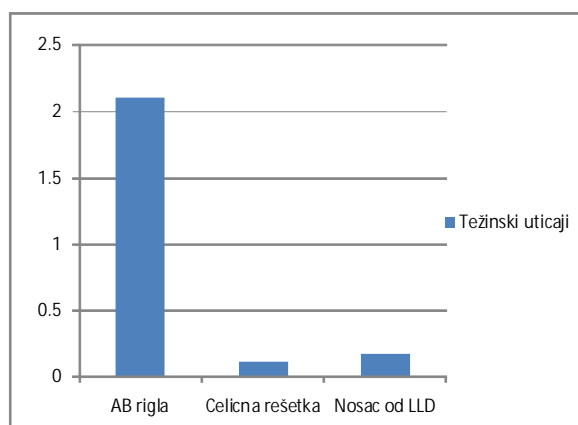
kriterijumi: f1-težinski uticaj krovne konstrukcije, f2-troškovi izrade transporta i montaže krovne konstrukcije i f3-rok montaže konstrukcije.

4.4. Uporedna analiza rezultata i izbor optimalnog rešenja

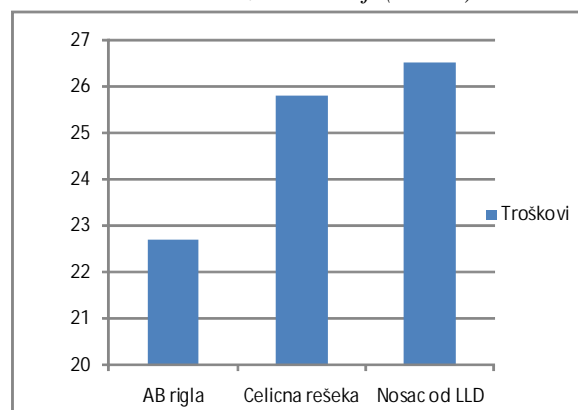
Na bazi statičkih proračuna krovne konstrukcije i adekvatnih normativa [4] dobijene su količine materijala potrebne za izradu krovne konstrukcije za sva tri varijantna rešenja na osnovu kojih su određeni težinski uticaji. Troškovi izrade, transporta i montaže krovne konstrukcije formirani su na osnovu podataka dobijenih od pomenutih građevinskih preduzeća koja su specijalizovana za prefabrikaciju elemenata konstrukcije. Podaci o vremenskom trajanju montaže pojedinih elemenata, takođe su dobijeni na osnovu iskustvenih podataka ovih preduzeća, koja pored prefabrikacije elemenata vrše transport i montažu. Na bazi vremena montaže pojedinih elemenata urađeni su ciklogrami montaže hale za sve tri varijante krovne konstrukcije. Svi rezultati vezani za težinske uticaje i troškove prikazani su po m² površine objekta, dok je rok montaže konstrukcije prikazan u danima.

Rezultati uporedne analize varijantnih rešenja za definisane kriterijumske funkcije, pojedinačno su prikazani na slikama 1, 2 i 3 (slika 1 - težinski uticaji krovne konstrukcije, slika 2 - troškovi izrade, transporta i montaže krovne konstrukcije i slika 3 - rok montaže konstrukcije).

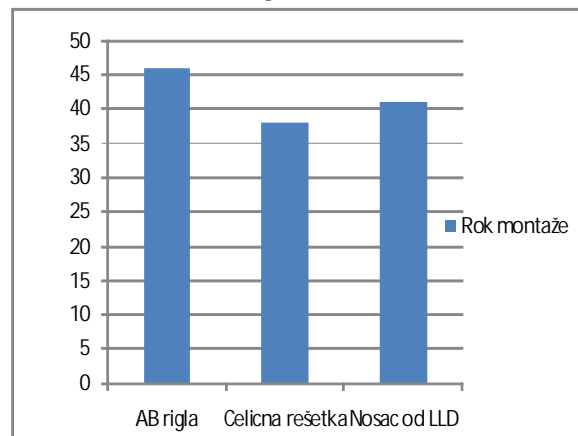
Metode višekriterijumske optimizacije korišćene u ovoj analizi su kompromisno programiranje i kompromisno rangiranje varijantnih rešenja. Redosledi varijantnih rešenja prikazani su tabelarno.



Slika 1. Težinski uticaji (KN/m²)



Slika 2. Ukupni troškovi (€/m²)



Slika 3. Rok montaže konstrukcije (dana)

U tabeli 1 dati su ulazni podaci, tabeli 2 pojedinačna rang lista, a u tabelama od 3 do 6 prikazan je redosled varijantnih rešenja za različite strategije odlučivanja.

Tabela 1. Ulazni podaci

krit.fun./var.	A1	A2	A3	jed.
f1	2,1	0,11	0,17	KN/m ²
f2	22,7	25,8	26,5	€/m ²
f3	46	38	41	dana

Tabela 2. *Pojedinačna rang lista*

var./krit.fun.	f1	f2	f3
A1	3	1	3
A2	1	2	1
A3	2	3	2

Tabela 3. *Metoda kompromisnog programiranja - rešenje je najbolje po svim kriterijumima posmatranim zajedno*

varijantna rešenja	A1	A2	A3
redosled varijantnih rešenja	3	1	2

Tabela 4. *Metoda kompromisnog programiranja -rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački*

varijantna rešenja	A1	A2	A3
redosled varijantnih rešenja	3	1	2

Tabela 5. *Metoda kompromisnog programiranja-prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem*

varijantna rešenja	A1	A2	A3
redosled varijantnih rešenja	3	1	2

Tabela 6. *Metoda kompromisnog rangiranja-isti težinski koeficijenti*

varijantna rešenja	A1	A2	A3
redosled varijantnih rešenja			
v1=0,0	3	1	2
v1=0,3	3	1	2
v1=0,6	3	1	2
v1=0,9	3	1	2
v1=1,0	3	1	2

Za krovnu konstrukciju hale, koja je bila predmet ovog rada, usvojeno je varijantno rešenje tipa 2, sa čeličnim rešetkastim nosačem, kao glavnim nosačem (izrađen od hladno-oblikovanih profila, raspona 12 m, sistema proste grede). Na čvornim mestima gornjeg pojasa rešetke se oslanjaju čelične rožnjače preko kojih se postavlja krovni pokrivač-termouzolacioni paneli.

5. DINAMIČKI PLANOVİ GRAĐENJA

Dinamički planovi izgradnje objekta obuhvataju izradu modela procesa izgradnje objekta, kao i vremensku analizu postavljenih modela. Proces izgradnje objekta je složen sa nizom tehnoloških međuzavisnosti, tehničkih i lokacionih ograničenja, pa uzimajući u obzir organizacione zahteve, izrada dinamičkog plana sprovedena je u više koraka, odnosno modela, čime su predstavljeni pojedini delovi procesa kao i čitav proces (ciklogram montaže konstrukcije hale, gantogram izgradnje objekta i mrežni plan) [5]. Za usvojen optimalni tip glavnog nosača (čelična rešetka) planirana je izgradnja kompletnog objekta. Obrada mrežnog plana sa svim potrebnim

ulaznim podacima urađena je pomoću računarskog programa MS Project. Usvojen je radni kalendar sa osmočasovnim radnim vremenom i trajanjem radne nedelje od pet dana. Za realizaciju objekta potrebno je 141 radni dan i obuhvata period od 05.03. 2012. do 17.09.2012. godine.

ZAKLJUČAK

Predmet ovog master rada je bio da se uporede tri varijante krovne konstrukcije i da se odredi optimalno rešenje za halu - prodajni prostor u Novom Sadu. Varijante krovne konstrukcije koje su bile u razmatranju, analizirane su u zavisnosti od tipa glavnog nosača (AB rigla, čelični rešetkasti nosač i nosač od LLD). Definisani kriterijumi optimizacije na osnovu kojih je sprovedena analiza bili su: težinski uticaj krovne konstrukcije, troškovi izrade transporta i montaže krovne konstrukcije i rok montaže konstrukcije. Primenom višekriterijumske optimizacije na bazi definisanih kriterijuma i izabranih varijanti, zaključeno je da je optimalno rešenje krovne konstrukcije za montažnu AB halu, drugo varijantno rešenje sa čeličnom rešetkom kao glavnim nosačem. Varijanta sa AB riglom kao glavnim nosačem pokazala se daleko težom u poređenju sa ostale dve varijante, što za posledicu ima povećanje dimenzija elemenata na koje se oslanja krovna konstrukcija. Varijanta sa glavnim nosačem od LLD pokazala se kao najmanje povoljnom sa ekonomskog aspekta. Za usvojenu optimalnu varijantu krovne konstrukcije planirana je izgradnja objekta i izračunato je ukupno vreme izgradnje objekta, rok u trajanju od 141 dan.

7. LITERATURA

- [1] M. Trivunić, J. Dražić, "Montaža betonskih konstrukcija zgrada", drugo dopunjeno izdanje, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad, 2009.
- [2] J. Dražić, "Industrijske metode u građenju", FTN, Novi Sad, 2008. (materijal sa predavanja)
- [3] J. Dražić, "Modeliranje procesa građenja", FTN, Novi Sad, 2009. (materijal sa predavanja)
- [4] „Normativi i standardi rada u građevinarstvu visokogradnja“; Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- [5] M. Trivunić, Z. Matijević, "Tehnologija i organizacija građenja-praktikum", Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad, 2006.

Kratka biografija:



Tadija Teofanović rođen je u Novom Sadu 1985.god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva-Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 2012.god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2010.god. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske i arhitektonske konstrukcije.

ANALIZA UTROŠKA OSNOVNIH MATERIJALA ZA IZGRADNJU HALE I PLANIRANJE DINAMIKE GRAĐENJA

THE ANALYSIS OF THE CONSUMPTION OF THE BASIC MATERIALS FOR THE HALL CONSTRUCTION AND PLANNING OF THE BUILDING DYNAMICS

Konstantin Spajić, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je analiziran ukupan prosečan utrošak osnovnog materijala (betona i armature) za sve elemente konstrukcije montažnih hala. Analizom su obuhvaćene hale sa glavnim nosačem tipa grede i glavnim nosačem tipa rešetke. Ukupan utrošak osnovnog materijala je sveden na m^2 površine hale. Analizom podataka došlo se do prosečne vrednosti utroška osnovnog materijala.

Abstract – This paper analyzes the average consumption of primary materials (concrete and rebar) for all elements of the structure of the assembly halls. The analyzes comprises the hall with the main carrier – type beam and main carrier type grid. The total consumption of primary materials is expressed in m^2 of the hall's surface area. Data analyzes led to the average value of consumption of the basic materials.

Ključne reči: montažne hale, utrošak, beton, armatura, tehnologija građenja, dinamika građenja

1. UVOD

U cilju sprečavanja pojave većine nepovoljnih okolnosti potrebno je celishodno planirati realizaciju objekta. Dobra organizacija izgradnje objekta se definiše u projektu tehnologije i organizacije građenja, a realizuje upravljanjem projektima i građenjem. Osnovi dobre organizacije procesa izgradnje objekta idu od projektovanja do izvođenja, a vezani su za usklađivanje projektnih rešenja sa mogućnostima izvođenja. Treba objasniti smisao i značaj svake operacije, na koji način i pomoću kojih sredstava i resursa se data operacija može izvršiti kako bi se ostvarili optimalni rezultati (rokovi, troškovi, kvalitet).

U radu je analiziran ukupan utrošak osnovnog materijala (betona i armature), za izgradnju montažnih hala. Ukupan utrošak materijala je sveden na m^2 površine hale. Analizom podataka na bazi pet hala, došlo se do prosečnih vrednosti utroška betona i armature, s ciljem da se omogući gruba procena njihovih vrednosti za novoprojektovana rešenja. Za montažnu halu, koja po utošku betona u potpunosti odgovara dobijenim prosečnim vrednostima, opisana je tehnologija, planirani osnovni resursi i dinamika izgradnje.

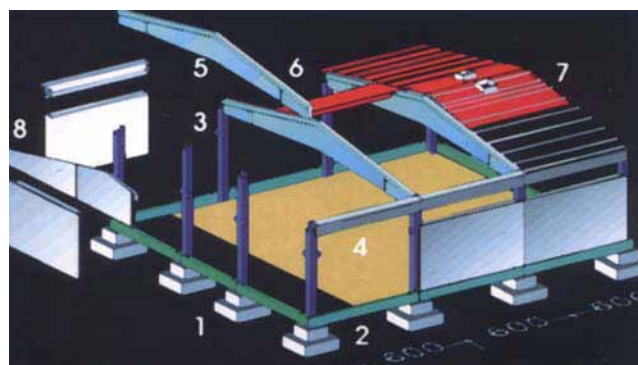
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, vanr.prof.

2. MONTAŽNO GRAĐENJE

Hale su najrasprostranjeniji objekti u industriji i poljoprivredi. Hala treba da omogući zatvaranje projektovanog prostora i da obezbedi povoljne proizvodne (radne) uslove. Hale se projektuju kao niz poprečnih nosača na jednakom rastojanju, povezanih podužnim elementima. Izučavanjem velikog broja projektovanih i izvedenih objekata montažnih hala, formirana je tipologija prema konstrukciji tako da se sve vrste hala mogu podvesti pod određeni tip (grede, rešetke, ramovi, lukovi, svodovi, kupole i td.) [1]. Dalja razmatranja će se u ovom radu bazirati na konstrukcijama prva dva tipa montažnih hala. Osnova za tipizaciju montažnih hala je oblik i vrsta elemenata.

Sve elemente montažnih hala po obliku možemo podeliti na: linijske, površinske i prostorne. Na slici 1. prikazani su elementi montažne hale.



Slika 1. Elementi montažne hale

Linijski elementi su elementi koji imaju jednu dimenziju izrazito veću od druge dve. To su stubovi, krovni vezači i grede različitih namena.

Površinski elementi su elementi kod kojih je jedna dimenzija mnogo manja od druge dve. U razmatranim sistemima hala to su zidovi ispune i ploče.

Prostorni elementi su elementi kod kojih su približno ravnopravne sve tri dimenzije. U okviru ove grupe razmotriće se samo element konstrukcije temelja.

3. TEHNOLOŠKA ANALIZA MONTAŽNIH KONSTRUKCIJA

Tehnološkičnost (tehnološka podobnost) konstrukcije podrazumeva sveukupnost svojstava koji omogućavaju da se ona proizvede sa najmanjim utroškom materijala, rada, sredstava, korišćenjem naprednih tehnologija, uz obezbeđivanje projektom svih predviđenih tehnoloških zahteva.

ekonomskih pokazatelja tokom eksploatacije. Tehnoličnim konstruktivnim rešenjem smatraju se ona koja obezbeđuju najjednostavnije, brzo i ekonomično izvođenje, transport i montažu, trajnu i ekonomičnu eksploataciju, pri obaveznom ispunjavanju uslova kvaliteta konstrukcije. [2]

Tehnoličnost montažnih konstrukcija podrazumeva proizvodnu tehnoličnost (tehnoličnost izrade elemenata konstrukcije), transportnu i montažnu tehnoličnost.

Ocena tehnološke podobnosti konstrukcije montažnih hala vrši se na osnovu definisanih pokazatelja tehnološke analize: [2]

- ukupan prosečan utrošak materijala za konstrukciju kao celinu,
- ukupan prosečan utrošak rada za konstrukciju kao celinu,
- prosečan utrošak radnih časova mehanizacije,
- ukupan prosečan utrošak energije za konstrukciju kao celinu,
- ukupni prosečni troškovi,
- kvalitet konstrukcije i
- rok izgradnje.

Pokazatelji tehnološke analize omogućuju da se vrednuju različita projektna i tehnološka rešenja, na osnovu pojedinačnih kriterijuma, ali i da se na osnovu jednog ili više kriterijuma bira optimalno rešenje.

4. ANALIZA UTROŠKA OSNOVNOG MATERIJALA ZA RAZLIČITE TIPOVE HALA

U skladu sa predmetom istraživanja u radu je analiziran ukupan prosečan utrošak osnovnog materijala (betona i armature) za elemente konstrukcije montažnih hala. Sekundarni elementi hale, elementi koji nisu vezani za nosivost konstrukcije, kao što su stubovi za fasadnu oblogu i njihovi temelji, nisu obuhvaćeni analizom, kao ni aneksne prostorije hale, kancelarije, toaleti, kuhinje, stepeništa i liftovska okna.

Analize su bazirane na konstrukcijama dva tipa montažnih hala:

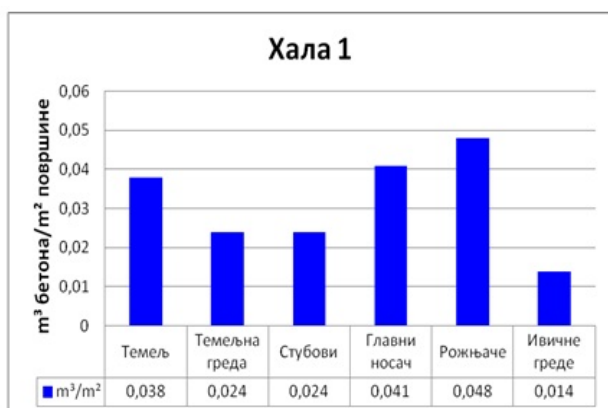
- hale sa punim glavnim nosačem promenljivog poprečnog preseka i
- hale sa rešetkastim glavnim nosačem.

Analiza je obuhvatila pet armirano-betonskih hala, tri sa punim glavnim nosačem raspona 14,0m, 15,0m i 19,5m i dve sa rešetkastim glavnim nosačem raspona 20m i 34m. Sračunat je utrošak betona i armature svih primarnih konstrukcijskih elemenata (glavnih nosača, stubova, rožnjača, ivičnih greda, temeljnih greda i temelja samaca). Vrednosti utrošaka materijala izražene su po m² površine hale. Postupak analize i oblik izlaznih rezultata za jednu halu (hala 1) prikazani su tabelarno i grafikonima:

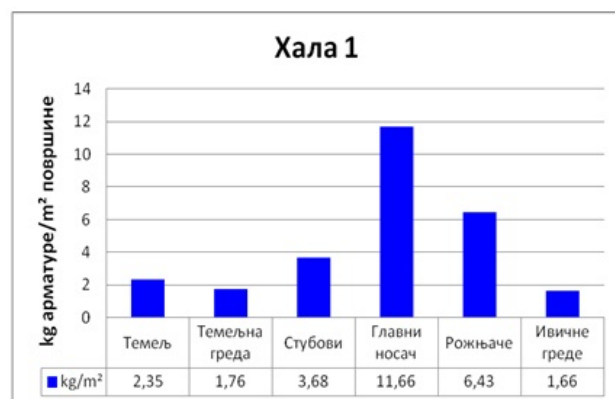
- Tabela 1- Analiza utroška osnovnog materijala (beton i armatura) – Hala 1,
- Slika 2 (grafikon) – Utrošak betona po elementima – Hala 1 i
- Slika 3 (grafikon) – Utrošak armature po elementima – Hala 1.

Tabela 1. Analiza utroška osnovnog materijala - Hala 1

P=2148 m ²		комада	количина бетона [m ³]	укупно бетона [m ³]	количина арматуре [kg]	укупно арматуре [kg]
Главни носач						
	GN	10	8,03	80,3	2429,9	24299
	KN1	2	1,33	2,66	131,58	263,16
	KN2	4	1,19	4,76	114,35	457,4
	укупно главни носач:			87,72		25019,56
Стубови						
	S1	20	1,77	35,4	263,42	5268,4
	S2	4	1,84	7,36	306,52	1226,08
	SK	4	2,07	8,28	348,8	1395,2
	укупно стубови:			51,04		7889,68
Темелји самци						
	T1	26	2,8344	73,6944	178,1	4630,6
	T2	2	3,7544	7,5088	203,93	407,86
	укупно темелји самци:			81,2032		5038,46
Темелјне греде						
	TG1	18	1,955	35,19	144,64	2603,52
	TG2	6	1,26	7,56	93,39	560,34
	TG3	2	1,575	3,15	122,22	244,44
	TG4	2	2,415	4,83	181,44	362,88
	укупно темелјне греде:			50,73		3771,18
Рођњаče						
	RO1	64	1,14	72,96	152,86	9783,04
	RO2	8	1,16	9,28	155,32	1242,56
	RO3	8	0,9	7,2	125,02	1000,16
	RO4	8	1,62	12,96	220,53	1761,24
	укупно рођњаče:			102,4		13790
Ивичне греде						
	IG1	16	1,35	21,6	157,22	2515,52
	IG2	2	1,37	2,74	159,05	318,1
	IG3	2	1,07	2,14	127,57	255,14
	IG4	2	1,65	3,3	235,74	471,48
	укупно ивичне греде:			29,78		3560,24
укупно Хала 1:					402,8732	59069,12



Slika 2. Utrošak betona po elementima - Hala 1



Slika 3. Utrošak armature po elementima - Hala 1

Analogno ovoj analizi je urađen utrošak osnovnog materijala i za ostale hale (Hala 2, Hala 3, Hala 4 i Hala 5). Nakon dobijenih rezultata po elementima za svaku halu, grafikonima su prikazani uporedni rezultati za svih pet hala po tipovima elemenata (temelji, temeljne grede, stubovi, glavni nosači, rožnjače i ivične grede). Konačni

rezultati analize, utrošak osnovnog materijala betona i armature na nivou cele konstrukcije, izraženi po m² površine hale, prikazani su u tabelama 2 i 3 i grafikonima na slikama 4 i 5:

- Tabela 2 - Utrošak betona za celu konstrukciju
- Slika 4 – Utrošak betona za celu konstrukciju
- Tabela 3 - Utrošak armature za celu konstrukciju
- Slika 5 - Utrošak armature za celu konstrukciju

Tabela 2. Utrošak betona za celu konstrukciju

Цела конструкција			
	Површина [m ²]	Укупно бетона [m ³]	Утрошак бетона по m ² [m ³ /m ²]
Хала 1	2145	402,8732	0,188
Хала 2	4080	851,078	0,209
Хала 3	637,2	104,62	0,164
Хала 4	1200	192,25	0,160
Хала 5	279,6	91,85	0,329



Slika 4. Utrošak betona za celu konstrukciju

Tabela 3. Utrošak armature za celu konstrukciju

Цела конструкција			
	Површина [m ²]	Укупно арматуре [kg]	Утрошак арматуре по m ² [kg/m ²]
Хала 1	2145	59069,12	27,538
Хала 2	4080	99454,7	24,376
Хала 3	637,2	10828,36	16,994
Хала 4	1200	21652,45	18,044
Хала 5	279,6	9063,5	32,416



Slika 5. Utrošak armature za celu konstrukciju

Rezultati analize utroška betona i armature na nivou cele konstrukcije za četiri (pet) objekata pokazuju:

- utrošak betona kreće se u intervalu od 0,160m³/m² do 0,209(0,329) m³/m² hale, sa prosečnom vrednošću 0,180(0,210) m³/m² hale, a
- utrošak armature se kreće u intervalu od 16,994kg/m² do 27,538 (32,416) kg/m² hale, sa prosečnom vrednošću 21,738 (23,874) kg/m² hale.

Rezultati analize utroška osnovnog materijala, betona i armature za celu konstrukciju su dosta ujednačeni osim vrednosti za halu 5 koja ima najmanju površinu. Jedno od objašnjenja velikog utroška i betona i armature kod ove hale je u tome da su joj glavni nosači postavljeni na rastojanju od 5m, mnogo manjem u odnosu na ostale četiri hale, kod kojih podužni raster ide od 10-12m.

Za detaljnu analizu resursa i planiranje izgradnje kompletnog objekta izabrana je hala 1 sa utroškom betona 0,188m³/m² hale.

5. OPIS OBJEKTA – HALA 1

Objekat je prizeman skeletnog konstruktivnog sistema. Skelet je formiran od montažno armirano-betonskih elemenata (stubova i greda). Hala je u poprečnom pravcu jednobrodna, osovinskog raspona 19,5m. U podužnom pravcu hala je projektovana preko 11 polja, od kojih je 9 raspona 10,0m i po jedan raspon od 8,0 i 12,0m, što čini ukupnu dužinu hale od 110,0m osovinski.

Krov hale je projektovan kao dvovodni. Konstrukciju hale formiraju poprečni okviri koji se sastoje od krajnjih stubova (POS S1) povezanih punim „A“ nosačima (POS GN). Montažni glavni nosači projektovani su „I“ poprečnog preseka promenljive visine sa padom krovne ravni od 13%. U podužnom pravcu kao sekundarni krovni nosači projektovane su montažne AB rožnjače (POS RO). Kao poslednja rožnjača projektovane su ivične grede (POS IG). Projektovane su i temeljne grede (POS TG) koje su oslonjene na zidove temeljnih čašica glavnih stubova. Kalkanski okvir je formiran umetanjem kalkanskih stubova (POS SK) u trećinama raspona broda hale. Na vrhove kalkanskih stubova se oslanjaju kalkanski krovni nosači (POS KN). Objekat se temelji na temeljima samcima koji su projektovani sa temeljnom čašicom za vezu stub-temelj. Dubina fundiranja je Df=1,4m.

5. 1 Izrada montažne konstrukcije

Konstrukcija ovog objekta je montažno-skeletnog sistema, a sačinjavaju je montažni AB elementi i elementi koji se izrađuju na licu mesta. Montaža prefabrikovanih elemenata može se uspešno obaviti i ekonomski opravdati samo uz maksimalno korišćenje mehanizovanog rada, uz preciznu organizaciono-tehnološku i tehničku pripremu i njenu doslednu realizaciju [3]. Stubovi, glavni nosači, rožnjače, ivične i temeljne grede se na gradilište dovoze kao pojedinačni elementi i kao takvi se na licu mesta montiraju. Za transport svih betonskih elemenata koristi se specijalni kamion sa niskonosećom prikolicom.

5.2 Resursi za montažu

Resursi za montažu mogu se podeliti u dve osnovne grupe: pomoćna sredstva za montažu i osnovno sredstvo-

samohodna dizalica. U pomoćna sredstva za montažu spadaju sredstva koja su ugrađena u elemente-ankeri, sredstva kojima se zahvataju elementi prilikom montaže-uzad i traverze i pomoćna sredstva za prihvatanje elemenata pri završnoj montaži. Izbor osnovnog transportnog sredstva, proračun dizalice se odnosi na dva osnovna parametra koje dizalica svojim tehničkim karakteristikama treba da zadovolji (dohvat i nosivost dizalice).

6. DINAMIČKI PLANOVİ MONTAŽE HALE 1

Izrada dinamičkog plana izgradnje hale podrazumeva izradu modela procesa izvođenja radova na izgradnji objekta kao i vremensku analizu postavljenih modela. Pri planiranju dinamike izgradnje korišćene su metoda ciklograma (ortogonalnih grafičkih planova), metoda gantograma (paralelnih dinamičkih planova) i metoda mrežnog planiranja. [4]

Ciklogrami su specifična vrsta ortogonalnih planova pogodnih za radove koji se izvode kontinualno-ciklički kao i za analize segmenata rada pre izrade mrežnog plana. Na ciklogramu apcisa predstavlja vreme, a ordinata prostor, tako da oni uz vremensko planiranje prikazuju i prostorno planirajne odvijanja radova. Ciklogramom stičemo uvid u tačno vreme trajanja montaže objekta. U radu je metodom ciklograma prikazana montaža elemenata konstrukcije hale.

Tehnikom mrežnog planiranja formiran je tehnološki model izgradnje hale, čime su sagledane sve aktivnosti koje se odnose na izgradnju, njihove međusobne veze i uslovljenosti. Ovo je generalni model čitavog procesa građenja.

Korišćenjem odgovarajućih računarskih programa u fazi izgradnje objekta olakšano je praćenje dinamike i realizacije planiranih aktivnosti na časovnom, dnevnom, nedeljnom, mesečnom, kvartalnom ili godišnjem nivou. Navedeni način planiranja time je prikazan na pregledan i pristupačan način.

Program koji je korišćen za obradu mrežnog plana u ovom radu je *Microsoft Project 2007*. Plan se ažurira i dobijaju se podaci o roku (napredovanje radova ili eventualno kašnjenje). Time se iniciraju moguća delovanja kao što je potreba da se neke aktivnosti na kritičnom putu skrate na neki od mogućih načina.

Na osnovu ulaznih podataka dobijen je dinamički plan procesa montaže objekta, a njegovi rezultati čini gantogram sa tabelarnim prikazom aktivnosti.

Usvojen je radni kalendar sa devetočasovnim radnim vremenom (od toga 8 sati efektivno) i radnom nedeljom od 6 dana. Za realizaciju objekta potrebna su 63 radna dana i obuhvata period od 05.09.2011. – 16.11.2011. godine.

Primenom predviđene organizacije rada postiže se da objekat bude izveden kvalitetno i završen u planiranom roku. Posebno je potrebno praćenje izvršenja radova kroz predloženi dinamički plan toka same izgradnje.

7. ZAKLJUČAK

Predmet ovog master rada bio je da se dobiju prosečne vrednosti utroška osnovnog materijala (betona i armature) za hale različitih tipova glavnog nosača. Varijante glavnih nosača hala koji su bili u razmatranju su pun glavni nosač sa promenljivim poprečnim presekom i rešetkasti glavni

nosač. Analizom je obuhvaćeno pet hala, od kojih je tri sa punim glavnim nosačem promenljivog poprečnog preseka, a dve sa rešetkastim glavnim nosačem.

Na nivou cele konstrukcije, prosečna vrednost utroška betona je 0,180 m³ betona/m² površine. Prosečna vrednost utroška armature je 21,738 kg armature/m² površine. Rezultati analize mogu se koristiti za grubu procenu potrebnih količina materijala za novoprojektovana rešenja. Za pouzdaniju procenu, potrebno je obuhvatiti veći broj ulaznih podataka (objekata) i proširiti istraživanja na druge tipove konstrukcija i druge tehnologije građenja.

Na osnovu dobijenih rezultata, za halu br 1, koja je po utrošenu osnovnom materijalu najbliža dobijenom proseku, planirana je izgradnja kompletnog objekta. Izlazni rezultati planiranja prikazani su mrežnim planom, ciklogramom i u obliku gantograma.

Za usvojen radni kalendar sa devetočasovnim radnim vremenom (od toga 8 sati efektivno) i radnom nedeljom od 6 dana, izračunat je rok izgradnje. Za realizaciju objekta potrebna su 63 radna dana.

8. LITERATURA

- [1] Trivunić, M. Dražić, J.: "Montaža betonskih konstrukcija zgrada", drugo dopunjeno izdanje, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2009.
- [2] Dražić, J. Višekriterijumska optimizacija konstrukcije hala na osnovu tehnološke analize, Magistarski rad, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 1993.
- [3] Krastavčević, M.: „Primena montažnog građenja“, Savez građevinskih inženjera i tehničara Srbije, Beograd, 2007.
- [4] Trivunić, M., Matijević, Z.: „Tehnologija i organizacija građenja-praktikum“, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2006.

Kratka biografija:



Konstantin Spajić rođen je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo– Organizacija i tehnologija građenja odbranio je 2012.god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2010.god. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske i arhitektonske konstrukcije.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU**DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MULTISTOREY REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL BUILDING IN NOVI SAD**Nikica Ninković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast- GRAĐEVINARSTVO**

Sadržaj- U radu je prikazan projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske poslovne zgrade S+P+5, kao i uporedna analiza proračuna ugiba prema PBAB 87 i EC 2.

Abstract- This project contains design and construction of a multistorey reinforced concrete residential building with a basement, ground floor and five storeys and a comparative analysis of estimating deflection according to PBAB 87 and EC2.

Ključne reči: armiranobetonska zgrada, skeletni sistem, ugibi.

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje poslovne zgrade spratnosti suteran + prizemlje + pet spratova. Zgrada je u osnovi pravougaona, definisani su gabariti, rasteri stubova, namena pojedinih površina, lokacija i konstruktivni sistem.

2. OPIS PROJEKTA**2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Zgrada se izvodi kao skeletni sistem sa platinama za ukrućenje. Položaj konstruktivnih elemenata definisan je sa po četiri podužne i poprečne ose, što je prikazano na slici 1. U „X“ pravcu nalaze se ramovi A, B, C i D. Međusobni rasponi između ramova su 5,0 m i 4,0 m. U „Y“ pravcu se pružaju ramovi 1, 2, 3 i 4, a njihovi međusobni rasponi su 7,5 m i 4,9 m. U suterenu poslovne zgrade su predviđene prostorije za arhivu, i potrebne tehničke prostorije.

Spratna visina suterana je 3,2 m. U prizemlju objekta se predviđa prostor za 2 kancelarije, kao i prostorije za prijem gostiju i njihovo usluživanje, kao i pult za prijem gostiju. Na prva četiri sprata nalaze se po 3 kancelarije, dok je na trećem spratu predviđena je konferencijska sala, a na petom spratu prostorija za direktora. Spratna visina prizemlja kao i svih spratova je 3,2 m.

Zidovi (sa unutrašnje strane) i plafoni se malterišu produžnim malterom $d=1,5\text{cm}$ i boje polu-disperznom bojom. U kuhinjama zidovi se oblažu keramičkim pločicama, a u kupatilima od poda do plafona.

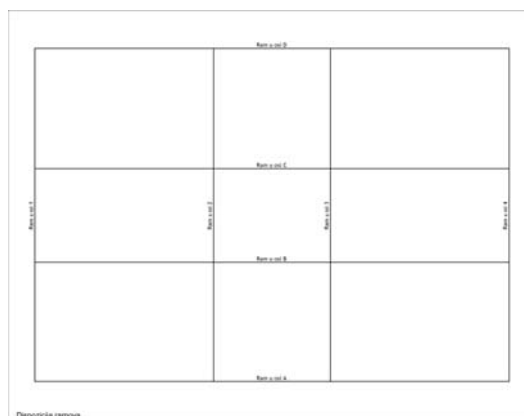
Podovi u kancelarijama, sobama za direktora i sekretara, su od klasičnog parketa $d=2,2\text{cm}$, a u kupatilima i trpezarijama od keramičkih pločica.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Đorđe Ladinović.

Stepeništa i hodnici obrađuju se keramičkim pločicama $d=1,0\text{cm}$.

Fasadni zidovi su sendvič zidovi debljine $d=36,0\text{cm}$ (giterblok $19,0\text{cm}$ + izlacija $5,0\text{cm}$ + opeka $12,0\text{cm}$) i $d=25,0\text{cm}$ (giterblok $20,0\text{cm}$ + izolacija $5,0\text{cm}$). Unutrašnji zidovi su od pune opeke debljine $d=25,0\text{cm}$ i $d=12,0\text{cm}$. Iznad tavanice tavana predviđeno je postavljanje termoizolacije u vidu staklene vune debljine $d=10,0\text{cm}$.



Slika 1: Šema osa

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Objekat je projektovan u klasičnom sistemu skeletne armirano-betonske konstrukcije, kombinacijom AB stubova i AB ploča, sa AB platinama za ukrućenje objekta.

Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca. Međuspratne konstrukcije su debljine $20,0\text{cm}$, primaju gravitaciono opterećenje jednog sprata i prenose ga na stubove objekta. Pored toga međuspratna konstrukcija ukrućuje sistem u horizontalnom pravcu i prima horizontalne sile i prenosi ih dalje na vertikalne elemente. Glavno stepenište u objektu se sastoji iz dve kose ploče i horizontalnog međupodesta. Stepenište se u nivou spratova oslanja na horizontalne grede. Korišćen je beton MB 35.

Dimenzije greda u podužnom i poprečnom pravcu su $45/55\text{cm}$. Armiranje greda se vrši armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

Dimenzije stubova su: dva stuba u suterenu su $55,0/55,0\text{cm}$, dva stuba u prizemlju su $50,0/50,0\text{cm}$, a svi ostali stubovi su dimenzija $45,0/45,0\text{cm}$. Projektovani su tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju u seizmički aktivnim područjima. Betoniraju se betonom MB 35, osim po dva stuba u prizemlju i suterenu koji su MB40. Armiranje stubova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

Zidovi za ukrućenje imaju uloga da prime i prenesu na temelje horizontalna seizmička opterećenja i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Zidna platna su dimenzija $d=20,0$ cm, a zidovi liftovskog okna su takođe debljine $d=20,0$ cm. Zidovi za ukrućenje su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Korišćena je marka betona MB35. Armiranje zidova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

U suterenu su projektovani armiranobetonski zidovi debljine $d=20,0$ cm. Njihova uloga je da prime opterećenje od tla. Armiranje zidova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnoj ploči čija je debljina $d=60,0$ cm. Temeljna ploča se izvodi od armiranog betona. Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine $d=15,0$ cm i sloj mršavog betona debljine $d=7,0$ cm.

Preko sloja mršavog betona se postavlja hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona debljine $d=7,0$ cm. Korišćena je marka betona MB35, a armatura RA 400/500. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen u geomehaničkom elaboratu i on iznosi $\sigma_{doz}=200,0$ kN/m².

Krovnna konstrukcija je prosta drvena. Pored uticaja od sopstvene težine konstrukcija je proračunata i na dejstvo vetra i snega. Maksimalni osovinski razmak rogova je $e=90,0$ cm. Rogovi su dimenzija $b/d=12/14$ cm. Opterećenje sa rogova prenosi se na venčanice i rožnjače, koje su dimenzija $b/d=12/12$ cm. Opterećenje sa pojedinih rožnjača se prenosi na stubove, dimenzija $12/12$ cm. A opterećenje sa ostalih rožnjača i venčanica se prenosi na betonsku konstrukciju.

2.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS, čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispunje, podovi, krovne obloge); korisno opterećenje, u funkciji namene protorija, prema SRPS, opterećenje snegom iznosi $0,75$ kN/m² osnove krova; opterećenje vetrom je računato prema važećim standardima SRPS; seizmičko opterećenje je analizirano metodom statički ekvivalentnog opterećenja saglasno Pravilniku [2] (II kategorija objekta, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

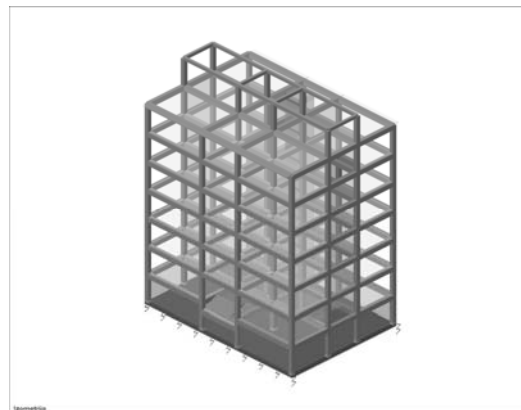
2.4. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0, korišćenjem linijskih i površinskih konačnih elemenata. Korišćena su dva modela, model krovne konstrukcije i model armiranobetonske konstrukcije. Razlog ovome leži u većem odstupanju rezultata dinamičke analize unificiranog modela od realnih očekivanih rezultata.

Opterećenja na model su aplicirana kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja.

Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elementa $0,5$ m).

Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela podloge –elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od 20 MN/m³.



Slika 2: 3D izgled konstrukcije

Analiza dejstva horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanične konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Modalna analiza je sprovedena sa realnim rasporedom masa bez redukovanja faktora krutosti i modula elastičnosti seizmičkih zidova što omogućuje realniji prikaz sadejstva ploča i seizmičkih zidova.

2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Za po dva stubova suterena i prizemlja korišćen je beton MB40, a za sve ostale elemente konstrukcije korišćen je beton MB35. Pri dimenzionisanju elemenata, i za podužnu i za poprečnu armaturu, usvojena je rebrasta RA 400/500. Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima [2], prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorišćena opcija korišćenog softvera. Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijeni, obostrano simetrično armirani. AB zidovi su dimenzionisani saglasno Pravilniku [2]. Dimenzionisanje svih krovnihih pozicija je izvršeno metodom dozvoljenih napona. Kontrola napona pritisaka u stubovima i zidovima je sprovedena, kao i provera ploče na probijanje.

3. UPOREDNA ANALIZA PRORAČUNA GRANIČNOG STANJA UGIBA PREMA PBAB 87 I EC2

3.1. Opšte

Proračunom prema graničnim stanjima nosivosti nije istovremeno obezbeđeno da se elementi i konstrukcije na željeni način ponašaju i u različitim fazama eksploatacije, pri dejstvima znatno manjeg inteziteta od onih koja bi izazvala lom, odnosno dovela konstrukciju u stanje granične ravnoteže. Da bi se obezbedilo zahtevano ponašanje elemenata i konstrukcije u eksploataciji, mora se posebno dokazati da nisu prekoračena ni granična stanja upotrebljivosti.

Pod graničnim stanjima upotrebljivosti se podrazumevaju isključivo naponsko-deformacijska stanja konstrukcija ili elemenata pri kojima je, pod uticajem najnepovoljnije kombinacije dejstva u eksploataciji, dostignut neki od propisanih ili konvencionalno utvrđenih kriterijuma o pogodnosti konstrukcije za samu upotrebu. U slučaju prekoračenja tako utvrđenog graničnog stanja upotrebljivosti, konstrukcija ili konstrukcijski element se više ne smatraju podobnim za projektovanu namenu. Za

razliku od graničnih stanja nosivosti, za granična stanja upotrebljivosti ne propisuju koeficijenti sigurnosti jer ta stanja u normalnoj eksploataciji mogu biti dostignuta ali ne smeju biti prekoračena.

U proračunu armiranobetonske konstrukcije prema graničnim stanjima deformacija, neophodno je dokazati, da stanje deformacija svih elemenata i konstrukcije u celini, usled najnepovoljnije kombinacije dejstava u toku eksploatacije, ispunjava odgovarajuće kriterijume funkcionalnosti. Deformacije elemenata armiranobetonske konstrukcije trebale bi da budu kompatibilne sa mogućim deformacijama svih elemenata objekta, sa kojima su u direktnom ili indirektnom kontaktu. Ograničenjem deformacija armiranobetonskih elemenata, može se postići, da ne dođe do oštećenja ovih elemenata objekta, posle kojih bi njihova funkcionalnost bila ugrožena. Ograničenje deformacija potrebno je i radi izbegavanja nepovoljnih estetskih i psiholoških utisaka.

Na stanje deformacija svih armiranobetonskih elemenata bitno utiče ponašanje betona u toku vremena. U analizi, redovno se uzima u obzir uticaj tečenja betona na stanje deformacija usled dugotrajnog dejstva, a najčešće i, obično znatno manji, uticaj skupljanja betona.

Obično proračunom prema graničnim stanjima deformacija, potrebno je dokazati i pokazati da maksimalne deformacije pojedinih armiranobetonskih elemenata usled najnepovoljnije kombinacije dejstava u toku eksploatacije, u proizvoljnom trenutku vremena t , nisu veće od graničnih vrednosti.

3.2 Proračun graničnog stanja ugiba prema PBAB87

Granična stanja deformacija armiranobetonskog elementa, izloženog složenom savijanju, praktično se svode na granično stanje ugiba.

Proračunom prema graničnom stanju ugiba, potrebno je dokazati, da maksimalni ugib $v_{max}(t)$ armiranobetonskog elementa, usled najnepovoljnije kombinacije dejstava u toku eksploatacije, u proizvoljnom trenutku vremena t , nije veći od granične vrednosti ugiba

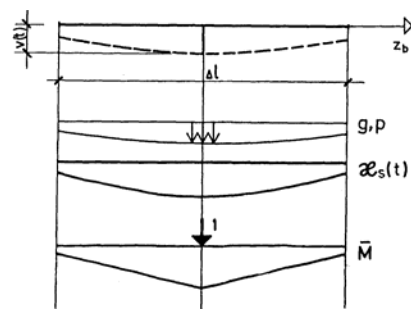
$$v_{max}(t) \leq v_u \quad (1)$$

Ugib $v(t)$ armiranobetonskog elementa, izloženog složenom savijanju, u proizvoljnom trenutku vremena t , najčešće se u praksi proračunava primenom postupka, koji se bazira na principu virtualnog rada. Prema tom postupku, ugib $v(t)$ određuje se integracijom po dužini elementa l proizvoda srednje krivine $k_s(t)$ i fiktivnog momenta savijanja M^f , usled jedinične sile, koja po položaju, pravcu i smeru odgovara traženom ugibu:

$$v(t) = \int_l k_s(t) M^f dz_b \quad (2)$$

Deo Δl , elementa ukupne dužine l , odgovarajući dijagram srednje krivine $k_s(t)$ od spoljašnjih dejstava g i p , kao i dijagram fiktivnih momenata savijanja M , koji su potrebni pri proračunu ugiba $v(t)$, prikazani su na sledećoj slici 3. Ugib $v(t)$ armiranobetonskog elementa, izloženog složenom savijanju, u trenutku vremena t , može se posle sračunavanja srednje krivine $k_s(t)$, odrediti integracijom prema izrazu:

$$v(t) = \int_l k_s(t) M^f dz_b \quad (3)$$



Slika 3: Proračun ugiba $v(t)$

Radi se o numeričkoj integraciji proizvoda srednje krivine $k_s(t)$ i fiktivnog momenta savijanja M , po dužini elementa l . Element po dužini treba podeliti na proizvoljan broj delova. Najjednostavnije je da ti delovi budu jednaki. Međutim, pri integraciji funkcija koje imaju prelome ili skokove u pojedinim presecima, tačnije je usvojiti poklapanje podele sa tim presecima.

Mada se ugib $v(t)$ može numeričkom integracijom veoma tačno odrediti, takav proračun nije pogodan za svakodnevnu inženjersku praksu.

Za proračun ugiba je veoma praktična bilinearna metoda. Ona se bazira na pretpostavci, da je, ne uzimajući u obzir uticaj skupljanja betona, ugib $v(t)$ bilinearna funkcija momenata savijanja M .

Za neisprskali armiranobetonski element, ugib $v(t)$, u trenutku vremena t , identičan je sa ugibom $v^I(t)$ za stanje I , sračunatim za proračunski model preseka bez prslina:

$$v(t) = v^I(t), \text{ za } M < M_r \quad (4)$$

Vrednost traženog ugiba $v(t)$ isprskalog armiranobetonskog elementa, nalazi se između najmanje moguće vrednosti ugiba $v^I(t)$ za stanje I , sračunate za proračunski model preseka bez prslina i najveće moguće vrednosti ugiba $v^{II}(t)$ za stanje II , sračunate za proračunski model preseka sa prslinom. Određuje se iz izraza:

$$v(t) = (1 - \zeta_b) v^I(t) + \zeta_b v^{II}(t), \text{ za } M > M_r \quad (5)$$

pri čemu se za koeficijent ζ , koji duž elementa varira, prepostavlja da ima konstantnu vrednost ζ_b . Koeficijent ζ_b se određuje u zavisnosti od momenta savijanja M_D i momenata pojave prslina $M_{r,D}$ u kritičnom preseku.

Kritični presek je presek u kome momenti savijanja dostižu maksimalnu vrednost, a on se često poklapa sa presekom za koji treba sračunati maksimalni ugib. Kod sistema proste i kontinualne grede, za kritični presek je sredina polja, a kod konzole oslonac. Za armiranobetonski element, izložen čistom savijanju, koeficijent ζ_b određuje se iz izraza:

$$\zeta_b = 1 - \beta_1 \beta_2 \frac{M_{r,D}}{M_D} \quad (6)$$

koji odgovara pretpostavci, da moment savijanja M i moment pojave prslina M_r , koji duž elemenata variraju, imaju konstantnu vrednost, odnosno da je:

$$M = \sqrt{M_{r,D} M_D} \quad (7)$$

$$M_r = M_{r,D} \quad (8)$$

Granični ugib v_u , kao jedan od parametara za dimenzionisanje elemenata konstrukcija neophodno je utvrditi pre izrade statičkog proračuna. Najveća vrednost graničnog ugiba v_u , data Pravilnikom BAB 87, određena je u funkciji raspona elementa l :

$$v_u = \frac{l}{k_{uz}} \quad (9)$$

Koeficijent k_u zavisi od vrste elementa i od statičkog sistema. Za grede je 300, za konzole 150, a za kranske staze 750.

3.3 Proračun ugiba prema EC 2

Deformacija elementa ili konstrukcije ne sme da bude takva da negativno utiče na njihovo pravilno funkcionisanje i izgled.

U principu, nije neophodno da se ugib izračuna eksplicitno. Ograničenje odnosa raspon/debljina može biti određeno, koje će biti dovoljno za izbegavanje problema ugiba u normalnim okolnostima. Rigoroznije provere su neophodne za elemente koji su izvan tih granica, ili gde su ograničenja ugiba drugačija u odnosu na ona koja su u pojednostavljenoj metodi. Granični ugib za grede je $l/250$. Tamo gde je proračun neophodan, deformacija se izračunava na osnovu opterećenja koja odgovaraju svrsi kontrole. Usvojeni metod proračuna predstavlja stvarno ponašanje konstrukcije sa tačnošću koja odgovara ciljevima proračuna. Ugib se računa prema izrazu:

$$\alpha = \zeta \alpha_{II} + (1 - \zeta) \alpha_I \quad (10)$$

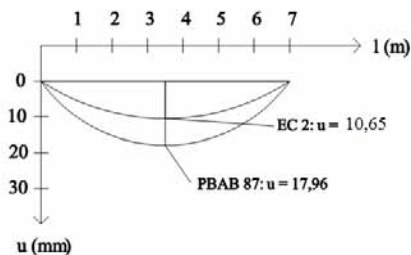
gde je ζ koeficijent distribucije dat izrazom:

$$\zeta = 1 - \beta \left(\frac{\sigma_{II}}{\sigma_s} \right)^2 \quad (11)$$

Najrigorozniji način procene ugiba jeste da se izračuna krivina u više preseka duž elementa, a zatim izračunati ugib numeričkom integracijom. U većini slučajeva će biti prihvatljivo da se ugib izračuna dva puta, pod pretpostavkom da ceo element bude u neispucalom i potpuno ispucalom stanju, a zatim interpolira pomoću prvog izraza.

4. ANALIZA REZULTATA

Proračunom ugiba prema PBAB 87 i prema EC2 dobijaju se različite vrednosti.



Slika 4: Grafički prikaz rezultata ugiba

Proračunom ugiba prema PBAB 87 ugib grede se dobija 17,96 mm, a prema EC 2 ugib je 10,65 mm.

Te razlike se mogu objasniti analizirajući formule po kojima se računaju ugibi. PBAB 87 daje dve varijante za određivanje konačnog ugiba:

$$v = v^I, \text{ za } M < M_r, \quad (12a)$$

$$v = (1 - \zeta_b) v^I + \zeta_b v^{II}, \text{ za } M > M_r, \quad (12b)$$

gde je M_r momenat pojave prslina, dok je po EC 2, za slučaj kada je potreban proračun, formula za određivanje konačnog ugiba:

$$\alpha = \zeta \alpha_{II} + (1 - \zeta) \alpha_I \quad (13)$$

Formule (12b) i (13) su potpuno iste, u njima se vrednost ugiba u stanju I množi sa $(1 - \zeta)$, a ugiba u stanju II sa ζ .

Kako je i formula za određivanje konačnog ugiba identična, razlike u rezultatu proizilaze iz različitih formula za određivanje ukupnog moment inercije I_u . Deo for-

mule koji se odnosi na moment inercije betonskog dela ima najviše razlika. I_b , odnosno I_{conc} , za stanje I se računaju:

$$I_{conc} = \frac{b \cdot h^3}{12} \cdot b \cdot h \cdot \left(x_u - \frac{h}{2} \right)^2 \quad (14)$$

$$I_b = \frac{b \cdot h^3}{12} \cdot b \cdot h \cdot \left(y_{a2} - \frac{h}{2} \right) \cdot \frac{(y_{a2} - \frac{h}{2}) \cdot n \cdot A_{stik}}{A_{st} + n \cdot A_{stik}} \quad (15)$$

dok su ti izrazi za stanje II sledeći:

$$I_{conc} = \frac{b \cdot x_u^3}{12}, \quad I_b = \frac{b \cdot x_u^3}{3} \quad (16)$$

Razlike momenata inercije armature, su u tome što se množe različitim koeficijentima. U PBAB 87 taj koeficijent je n , i on je jednak odnosu modula elastičnosti armature i betona $n = E_a/E_b$. A u EC 2 koeficijent je $(m-1)$, gde je m odnos modula elastičnosti armature i efektivnog modula elastičnosti betona $m = E_s/E_{c,eff}$.

Takođe u izrazu za određivanje ugiba, PBAB 87 koristi običan modul elastičnosti betona, a EC 2 efektivni modul elastičnosti betona.

5. ZAKLJUČAK

EC 2 daje veće granične vrednosti ugiba grede sa $l/250$, u odnosu na PBAB 87 kod koga je dopušteni ugib $l/300$. Proračunom prema PBAB 87 dobijaju se veće vrednosti ugiba nego proračunom prema EC 2, zbog nešto drugačijih formula koji se koriste u postupku koji je generalno sličan. U formuli za određivanje ugiba EC2 koristi efektivni modul elastičnosti, koji je u proračunu skoro 4 puta manji od modula elastičnosti koji koristi PBAB 87. U istoj formuli su drugačije i vrednosti momenata inercije, što ima ključnu ulogu u razlici rezultata. EC2 daje veći moment inercije, pa su ugibi manji, a PBAB 87 daje manji moment inercije što nam daje veće ugibe.

6. LITERATURA

- [1] B. Petrović: *Odabrana poglavlja iz zemljotresnog građevinarstva*, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.
- [2] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjiga 1 i 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton 3*, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [4] S. Stevanović: *Fundiranje I*, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [5] *Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings*, Management Centre, Brussels, december 2004.

Kratka biografija:



Nikica Ninković rođen je u Glamoču 1985. godine. Diplomski-Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - konstrukcije odbranio je 2012. godine.

PROJEKAT SANACIJE I OJAČANJA KONSTRUKCIJE VIŠESPATNOG STAMBENO – POSLOVNOG OBJEKTA U NOVOM SADU NAKON DOGRADNJE**REPAIR AND STRENGTHENING OF THE STRUCTURE OF MULTISTORY MIXED USE BUILDING IN NOVI SAD AFTER UPGRADE**Snežana Radovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U prvom dijelu rada opisana je zaštita zgrada od požara i karakteristike pojedinih građevinskih materijala pri požarnom dejstvu. U drugom dijelu je prikazana dogradnja stambeno - poslovnog objekta u Novom Sadu sa odgovarajućom konstrukcijskom sanacijom stubova, greda i temeljne ploče, kao i povezivanje starog i novoprojektovanog dijela objekta.

Abstract – The first chapter describes the fire protection of buildings and characteristics of building materials in the fire conditions. The second chapter presents the upgrade of residential - business building in Novi Sad with the appropriate structural repair of columns, beams and foundation slab, and connecting the old and the newly designed structure part.

Ključne reči: konstrukcija, skeletni sistem, statički proračun, dinamička analiza, dogradnja objekta, dimenzionisanje, konstrukcijska sanacija

1. UVOD

Radi povećanja korisne površine stambenog prostora, analizirana je mogućnost dogradnje postojećeg stambeno - poslovnog objekta, sa postojećih Po+Pr+5 na Po+Pr+7. Projektovani su svi potrebni elementi konstrukcije kojima se objekat dograđuje za 2 etaže, a nakon analize opterećenja, modeliranja konstrukcije i proračuna prema važećim propisima, predložene su odgovarajuće mjere sanacije i pojačavanja elemenata nedovoljne nosivosti.

2. ZAŠTITA ZGRADA OD POŽARA

Oblast zaštite od požara predstavlja interdisciplinarnu i kompleksnu djelatnost sa visokim društvenim interesom. Ovaj zadatak je veoma složen i prati sve faze planiranja, projektovanja, građenja, nadzora i eksploatacije.

2.1. Građevinske mjere zaštite od požara

U okviru izrade građevinskog projekta potrebno je ugraditi sledeće mjere zaštite od požara:

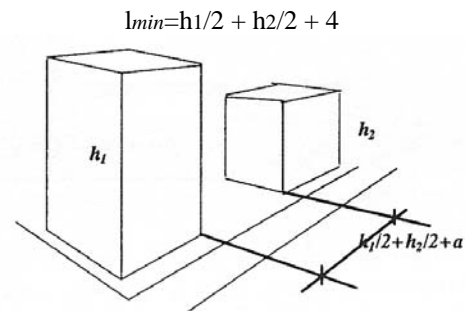
- 1.) definisati položaj objekta u prostoru
- 2.) definisati uzajamne odnose i položaj objekata i gabarita u okviru projekta
- 3.) izvršiti izbor odgovarajućih materijala
- 4.) izvršiti izbor konstruktivnog sistema
- 5.) odrediti otpornost konstrukcije i drugih građevinskih elemenata na dejstvo požara

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Vlastimir Radonjanin.

- 6.) izvršiti definisanje i proračun puteva za evakuaciju
- 7.) definisati spoljne saobraćajnice i prilaze objektu
- 8.) odrediti požarne zone i sektore
- 9.) definisati posebne zahtjeve za specifične elemente
- 10.) definisati posebne zahtjeve za specifične objekte

Udaljenost susjednih objekata može se računati na osnovu kriterijuma rušenja objekta u akcidentnim situacijama prema Slici 1.



Slika 1. Određivanje rastojanja između objekata po kriterijumu rušenja

Požarni sektori su prostori u zgradama koji predstavljaju samostalne cjeline u pogledu primijenjenih tehničkih i organizacionih mjera zaštite od požara. Cilj podjele zgrade na požarne sektore je sprečavanje širenja požara i ograničenje dejstva požara samo na požarni sektor u kome je požar nastao.

Požarni sektor je od drugih dijelova zgrade odvojen arhitektonsko - konstruktivnim elementima koji imaju dovoljnu otpornost na dejstvo požara da u određenom vremenskom intervalu spriječe prenošenje požara i produkata sagorijevanja na druge požarne sektore. U ove elemente spadaju požarni zidovi. Kada su u pitanju jednospratni objekti veće površine čija je noseća konstrukcija od čelika, sa velikim rasponom, granične zidove moguće je projektovati kao jednostruke noseće zidove, dvojne zidove ili slobodnostojeće zidove.

2.2. Karakteristike konstrukcijskih materijala pri dejstvu požara**2.2.1. Kriterijumi za ocjenu otpornosti na dejstvo požara**

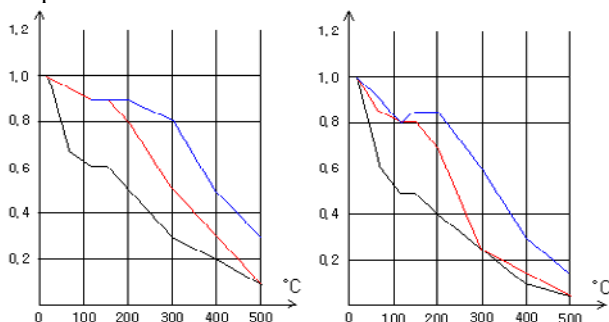
Otpornost na dejstvo požara konstruktivnog elementa je njegova sposobnost da sačuva nosivost, onemogućujući prodor vatre i da sačuva termičku izolaciju kada je izložen dejstvu požara (definicija po standardima ISO 834/1975 i SRPS.U.J1.070). Vrijeme otpornosti na dejstvo požara konstruktivnog elementa, dijela konstrukcije ili konstrukcije u cjelini, shodno tome, predstavlja vrijeme u

minutama za koje je obezbijedeno ispunjenje gornjih zahtjeva. Prema tome, tri su kriterijuma za obezbjeđenje otpornosti na dejstvo požara:

- 1.) Kriterijum stabilnosti
- 2.) Kriterijum integriteta
- 3.) Kriterijum izolacije

2.2.2. Ponašanje armiranog betona na visokim temperaturama

U odnosu na neke druge materijale, armirani beton ima dobru otpornost na dejstvo visokih temperatura. Beton je relativno slab provodnik toplote i, kao takav, gubi svoje mehaničke i fizičke osobine tek na višim temperaturama. Betonske i armiranobetonske konstrukcije najčešće gube svoju otpornost na dejstvo požara po kriterijumu nosivosti i kriterijumu izolacije, a rjeđe po kriterijumu integriteta. Prilikom zagrijavanja betona dolazi do promjene fizičko - mehaničkih svojstava cementnog kamena i agregata i smanjenja čvrstoće prijanjanja između njih (Slika 2.). Javlja se i smanjenje sile adhezije između betona i armature i pojava "klizanja" armature, zbog različitih koeficijenata linearnog širenja betona i čelika na visokim temperaturama.



Slika 2. Opadanje čvrstoće prizmi a) na pritisak; b) na zatezanje pri povišenim temperaturama

- Običan teški beton sa silikatnim agregatom
- Običan teški beton sa krečnjačkim agregatom
- Laki keramzit beton

Za sve vrste betona moguće je odrediti lineanu zavisnost termofizičkih karakteristika od temperature:

$$\lambda_t = A + Bt \quad [W / mK]$$

$$c_t = C + Dt \quad [J / kgK]$$

pri čemu je t temperatura, a A , B , C i D konstante koje zavise od vrste betona.

2.2.3. Ponašanje čeličnih elemenata u uslovima požara

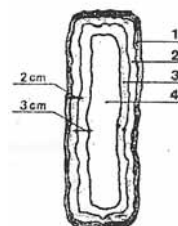
Čelik, kao materijal, je sa stanovništa zaštite od požara vrlo nepouzdan materijal. Već pri relativno niskim temperaturama požara (500 – 700 °C) gubi nosivost i vrlo često dolazi do rušenja cijele konstrukcije. Čelične konstrukcije koje nisu zaštićene od direktnog dejstva plamena i visoke temperature zaštitnim oblogama ili premazima, u zavisnosti od požarnog opterećenja, statističkog sistema i drugih uslova, gube svoju noseću sposobnost već posle 15 do 30 minuta od početnog požara. Svi materijali za zaštitu čeličnih elemenata prema strukturi mogu se podijeliti na mineralne ili vještačke elemente, koji se koriste u vidu ploča, i maltera i premaza. Najčešće se koristi azbest, perlit, vermikulit, gips i drugi.

2.2.4. Ponašanje drvenih konstrukcija u uslovima požara

Drvo je zapaljiv materijal (200-250°C), koji samo sa

adekvatnom zaštitom (konstruktivnom ili premazima) može da izdrži projektovano požarno opterećenje. Bitna karakteristika drveta pri požaru je da ne mijenja značajno svoje mehaničke karakteristike, što je u odnosu na beton i čelik kvalitativna razlika. Pri sagorijevanju na površini drveta se stvara nagorjeli ugljenični sloj koji sprečava brzo prodiranje toplih zapaljivih gasova u unutrašnjost presjeka i time ga štiti. Pored toga, poznato je da drvo ima vrlo mali koeficijent provođenja toplote (0,12 – 0,20 W/m°C), dok karbonizovani sloj ima još manji koeficijent provođenja toplote (0,01 – 0,03 W/m°C).

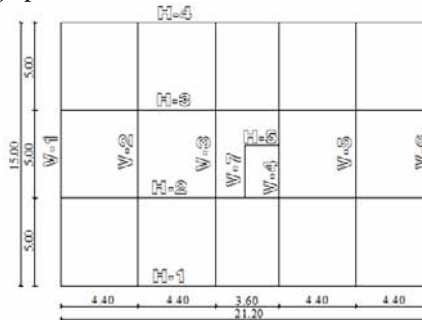
Na Slici 3. je prikazan raspored nosivosti pojedinih zona u poprečnom presjeku drvenog elementa zahvaćenog požarom. Spoljašnja sagorjela zona (1) ne nosi ništa. Zona (2) širine oko 2 cm nosi 60 – 75 % pune nosivosti. Zona (3) širine 2,5 do 3 cm nosi 80 – 95 % pune nosivosti, a zona (4) ima punu nosivost.



Slika 3. Raspored nosivosti

3. OPIS POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE

Postojeća konstrukcija je stambeno-poslovna zgrada spratnosti Po+P+5, locirana u Novom Sadu. Zgrada je izvedena kao armiranobetonski skelet i ukrućena je armiranobetonskim platnima. Raspored konstruktivnih elemenata je definisan sa šest poprečnih i četiri podužne ose, što je prikazano na Slici 4.



Slika 4. Osnova objekta sa dispozicijom ramova

Podrum je namijenjen za ostave. U prizemlju je poslovni prostor. Ostali dio prostora je namijenjen za stanovanje. Tavanski prostor nema posebnu namjenu. Spratna visina podruma je 2.86 m, prizemlja 3.83 m, a spratova 2.89 m. Vertikalna komunikacija obezbijedena je pomoću lifta i stepeništa. Fasadni zidovi su od pune opeke debljine 25 cm. Pregradni zidove između stambenih jedinica su rađeni od pune opeke debljine 25 cm, a unutar stanova zidovi su od pune opeke debljine 12 cm. Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnoj ploči debljine 60 cm, s tim što su ispod dva stuba u osi V-2 napravljeni kapiteli sa donje strane ploče zbog pojave probijanja na tim mjestima. Dimenzije stubova se razlikuju po visini objekta. U prizemlju i na prvom spratu stubovi su dimenzija 50/50 cm, a na ostalim spratovima dimezija 45/45 cm. Stubovi su međusobno povezani gredama dimenzija 30/50 cm,

koji zajednički čine ramovski sistem u oba pravca. Tavanica, kao i stepenišni kraci su pune armiranobetonske ploče debljine 15 cm. Zidovi za ukrucenje postavljeni su u dva ortogonalna pravca i debljine su 20 cm. Temeljna ploča i stubovi podruma i prizemlja su izrađeni od betona MB 40, a ostali betonski elementi su izrađeni od betona MB 35 i armirani armaturom RA 400/500. Krovna konstrukcija je trostruka stolica.

4. MODELIRANJE I PRORAČUN KONSTRUKCIJE

Konstrukcija objekta je modelirana u programu za analizu konstrukcija Tower 6.0. kao prostorni model, korišćenjem linijskih i površinskih elemenata. Opterećenja na model su aplicirana kao linijska, površinska i koncentrisana saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Opterećenja od dejstva horizontalnih seizmičkih sila uzeta su da djeluju nezavisno u dva ortogonalna pravca kao posebni slučajevi opterećenja. Iskorišćena je opcija Tower 6.0. za automatsko generisanje seizmičkih sila nakon sprovedene modalne analize. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elemenata 0,5m).

4.1. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS U. C7. 123/1988 čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna i tavanice); korisno opterećenje, prema SRPS U.C7. 121/1988 - osnove projektovanja građevinskih konstrukcija, korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada; opterećenje snijegom, prema SL. list SFRJ 61/48. i iznosi $s=0,70 \text{ kN/m}^2$; opterećenje vjetrom, prema SRPS U.C7.110/1991 - osnove projektovanja građevinskih konstrukcija, opterećenje vjetrom; seizmičko opterećenje prema SL. list SFRJ 31/81,49/82,29/83,21/88,52/90 dobijeno metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju u seizmičkim područjima.

4.2. Statički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0. Veza objekta i podloge je modelirana pomoću elastičnih opruga po Vinklerovom modelu. Analiza dejstva horizontalnih opterećenja pretpostavlja nedeformabilnost tavanice konstrukcije u svojoj ravni. Statički proračun sproveden je na modelu kod kojeg su kombinovani linijski i površinski elementi. Svi elementi su armirani rebrastom armaturom RA400/500. Korišćene su marka betona MB35 i MB40.

4.3. Dinamički proračun

Prilikom dinamičke analize pretpostavilo se da je objekat relativno krut. U proračunu je korišćena opcija Tower 6.0. za automatsko generisanje seizmičkih sila nakon sprovedene modalne analize. Objekat se nalazi u VIII seizmičkoj zoni, gdje koeficijent seizmičnosti iznosi $k_s=0,05$. Objekat je smješten na II kategoriji tla.

5. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE NAKON OJAČANJA

Prilikom dogradnje stambeno-poslovnog objekta, unosa odgovarajućeg opterećenja i proračuna dobijene su vrijednosti koje su u nekim elementima veće od dozvoljenih. Prekoračenje ovih vrijednosti odnosi se na

stubove koji se nalaze u *osi V-2* (prekoračenje normalnih napona), na grede i na temeljnu ploču (prekoračenje potrebne količine armature).

U sklopu sanacije i pojačavanja konstrukcije objekta, predviđeno je povećanje poprečnog presjeka stubova zbog prekoračenja napona, kao i zamjena pregradnih zidova druge, treće i četvrte etaže radi olakšanja konstrukcije.

5.1. Dimenzionisanje novih elemenata konstrukcije

Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima prema graničnom stanju nosivosti i uticajima mjerodavnih kombinacija opterećenja. Pri dimenzionisanju korišćena je MB35. usvojena je rebrasta armatura RA400/500.

6. POVEZIVANJE NOVOPROJEKTOVANE I POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE I POJAČANJE POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE NEDOVOLJNE NOSIVOSTI

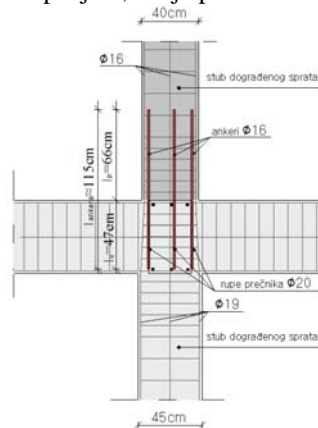
6.1. Sistem ankerovanja

Ankerovanje armature stubova nadogradnje obaviće se naknadnim ugrađivanjem čeličnih ankera u predhodno izbušene rupe u postojećoj armiranobetonskoj konstrukciji. Kod ovakvog sistema ankerovanja athezija se ostvaruje pomoću materijala za zalivanje ili injektiranje i kao masa za ostvarivanje prionljivosti upotrijebiće se epoksidi.

6.2. Ankerovanja armature stubova u osi V-2 i H-3, AB platana i stepeništa u okviru dogradnje objekta

6.2.1. Stubovi

Prvo je potrebno štemovanjem ukloniti zaštitni sloj betona do armature u oslonačkim zonama postojećeg AB stuba, i očistiti odstranjeni beton. Zatim se može pristupiti bušenju rupa za ankere. Nastavljanje armature izvršice se preklapanjem, što je prikazano na Slici 5.



Slika 5. Detalj ankerovanja stubova

6.2.2. AB platna

Sistem ankerovanja podužne armature središnjeg dijela zida i stubova, koji rade zajedno, obaviće se naknadnim ugrađivanjem čeličnih ankera Ø10/20 u prethodno izbušene rupe u postojećem elementu.

6.2.3. Stepenište

Sistem ankerovanja armature stepenišnog kraka, obaviće se naknadnim ugrađivanjem čeličnih ankera Ø12/10 u prethodno izbušene rupe u međuspratnoj tavanici, odnosno gredi.

7. OJAČANJE POSTOJEĆE

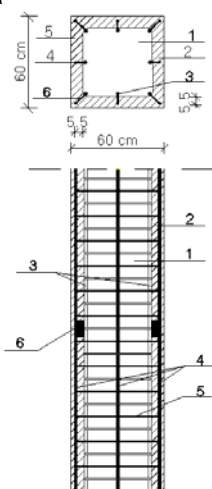
ARMIRANOBETONSKE KONSTRUKCIJE

U poređnom analizom, količina postojeće armature i novodobijenih površina armature, dolazi se do zaključka da je potrebno izvršiti ojačanja pojedinih elemenata postojeće konstrukcije

7.1. Armiranobetonski stubovi

Sanacija AB stubova izvršiće se ojačanjem osnovnog presjeka, novim betonskim "plaštom" i konstruktivnom armaturom. Na postojećim stubovima u *osi V-2*, izvršiće se štemovanje, tj. uklanjanje zaštitnog sloja betona do armature. U ovim oštemovanim zonama zavariće se čelične pločice debljine $d=6\text{ mm}$ i visine $h=10\text{ cm}$ za postojeće šipke podužne armature stuba, kao i za armaturne šipke dopunskog plašta (Slika 6)

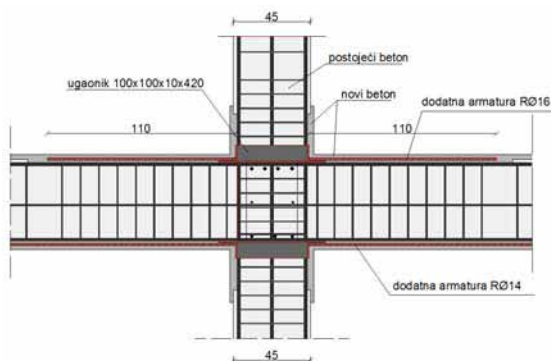
1) postojeći stub, 2) "plašt" - dodatni beton, 3) postojeća armatura, 4) nova podužna armatura u plaštu, 5) uzengije u plaštu, 6) vezne pločice.



Slika 6. Prikaz poprečnog i podužnog presjeka stuba ojačanih armiranobetonskim plaštom

7.2. AB grede

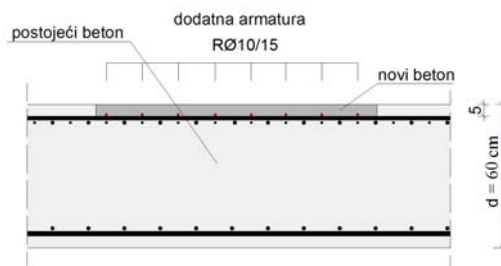
Ojačanje greda će se izvršiti tako što će se se najprije skinuti zaštitni sloj sa čitave donje zone grede, a u gornjoj zoni skida se zaštitni sloj na dužini od 120 cm od ivice stuba. Potrebno je skinuti i zaštitni sloj betona u podnožju i pri vrhu stuba na visini od oko 30 cm. Zatim se za armaturu stuba zavaruju ugaonici L 100 x 100 x 10, dužine 42 cm. Neophodno je ukaonike zavariti sa sve četiri strane stuba, kao i da se oni međusobno zavare po visini. Zatim se za horizontalnu stranu ugaonika zavaruju dodatne armaturne šipke, (Slika 7.).



Slika 7. Detalj ojačanja greda

7.3. Temeljna ploča

Sanacija temeljne ploče izvršiće se uklanjanjem cementne košuljice i zaštitnog sloja betona. Nakon čišćenja i obesprašivanja, postavlja se dodatna armatura, vezuje žicom za staru i betonira se novim slojem od 5 cm, (Slika 8.).



Slika 8. Detalj ojačanja gornje zone temeljne ploče

8. ZAKLJUČAK

Nakon analize mogućnosti dogradnje objekta sa postojećih Po+Pr+5 na novih Po+Pr+7, uz određene mjere sanacije i ojačanja konstrukcije, stvoreni su uslovi za njeno izvođenje. Ovim projektom broj stambenih jedinica povećao se sa postojećih 25 (dvadeset pet) na 35 (trideset pet) i time su zadovoljeni svi uslovi i potrebe investitora i budućih stanara.

9. LITERATURA

- [1] S. Milutinović, R. Mančić: „ZAŠTITA ZGRADA OD POŽARA“
- [2] S. Krnjetin: „GRADITELJSTVO I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE“
- [3] Ž. Anđelković: „ZAŠTITA ZGRADA OD POŽARA“
- [4] Grupa autora: „BETON I ARMIRANI BETON“, prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [5] Grupa autora: „BETON I ARMIRANI BETON“, prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [6] Ž. Radosavljević, D. Bajić: „ARMIRANI BETON 3“, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [7] S. Ilić: „KLASIČNI DRVENI KROVOVI“
- [8] S. Stevanović: „FUNDIRANJE I“, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [9] J. Sklena, N. Vujadinović: „PRORAČUN TEMELJA“, Principal metromarketing, Novi Sad, 1998.
- [10] V. Radonjanin, M. Malešev: „MATERIJALI, TEHNIKE SANACIJE I ZAŠTITE GRAĐEVINSKIH OBJEKATA“.
- [11] <http://www.radimpex.co.yu>- upustvo za primjenu Tower 6, septembar 2008.
- [12] V. Alendar: „PROJEKTOVANJE SEIZMIČKI OTPORNIH AB KONSTRUKCIJA KROZ PRIMERE“, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.

Kratka biografija:



Snežana Radovanović rođena je u Bijeljini 1986. god. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Procjena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata odbranila je 2012. god.

UPOREĐENJE PRORAČUNA PLOČA U ODNOSU NA PROBIJANJE PREMA STADARDIMA PBAB I EC2

COMPARATON OF PUNCHING SHEAR DESIGN ACCORDING STANDARDS PBAB AND EC2

Suad Selmani, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratik sadržaj – U radu je dato objašnjenje proračuna ravnih AB ploča u odnosu na probijanje prema pravilnicima PBAB i EC2, i izvršeno je poređenje rezultata dobijenih korišćenjem odredbi iz pomenutih standarda.

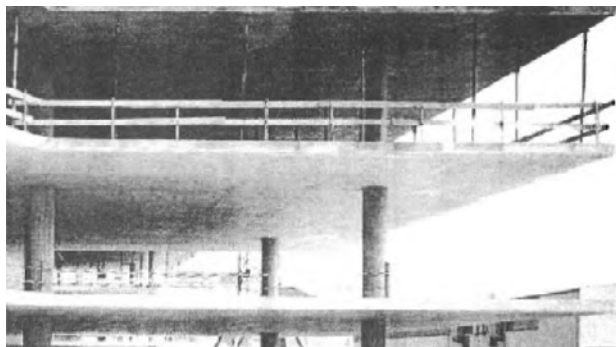
Abstract – In this paper is presented explanation of punching shear design of flat reinforced concrete plates according to PBAB and EC2, hier is also presented comparison of results that are gained using formulas from mentioned standards.

Ključne reči: Probijanje ravnih AB ploča, PBAB, EC2, poređenje rezutata.

1. UVOD

Radom se analizira ponšanje ravnih AB ploča prema odrebama iz standarda PBAB i EC2 u odnosu na uticaje probijanja.

Ravne ploče direktno oslonjene na stubove (slika 1.) su zbog svojih velikih prednosti (niža spratna visina, jednostavnije izvođenje) sve prisutnije u građevinarstvu. Pri dimenzionisanju ravnih AB ploča potrebno je ploču obezbediti na dejstvo različitih uticaja (savijanje, dejstvo aksijalnih sila, probijanje). Probijanje je problem koji se javlja kada je ploča opterećena velikom silom koja deluje na maloj površini (slučaj direktnog oslanjanja ploče na stub). U ovakvim slučajevima se može desiti da stub prođe kroz ploču, na taj način dolazi do loma ploče usled uticaja probijanja. Do sada nije utvrđen jedinstven način obezbeđenje ploča od uticaja probijanja, već se proračun razlikuje od standarda do standarda.



Slika 1. Primer jedne ravne ploče

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Brujić, red.prof.

2.PRORAČUN PLOČA U ODNOSU NA PROBIJANJE PREMA PBAB-u

Naš pravilnik, pri dimenzionisanju ravnih punih ploča, zahteva proveru na uticaje od probijanja. Kako nije tačno definisan način te provere, koriste se nemačke norme (DIN 1045). Obezbeđenje ploče na probijanje se vrši tako što se napon smicanja usled opterećenja u kritičnom preseku poredi sa dopuštenima glavnim naponima zatezanja u betonu. U ovom slučaju je bitno da se napomene da se za proračun koriste eksploatacione kombinacije opterećenja (u proračun ulaze uticaji usled stalnog, korisnog i opterećenja usled snega...). Maksimalni smičući napon se proračunava pomoću formule:

$$\tau = \frac{T_{\max}}{O_{kp} \cdot h_s} \quad (1)$$

ovde je:

T_{\max} - najveća transverzalna sila pri eksploatacionom opterećenju, za kritični presek

h_s -srednja statička visina ploče za usvojene pravce armiranja

O_{kp} -obim prečnika oko stuba ili ojačanja sa prečnikom d_{kp}

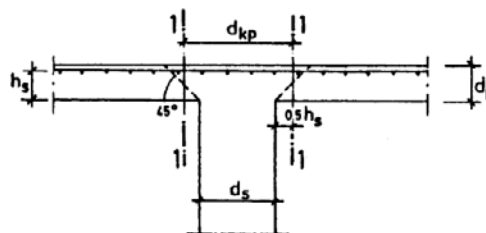
d_{kp} –prečnik kontrolnog obima

2.1. Određivanje dužine kontrolnog obima prema PBAB-u

Pretpostavlja se da je oblik kontrolnog obima uvek kružni (bez obzira na oblik opterećene površi). Obim se nalazi na rastojanju jednakom polovini srednje statičke visine ploče od opterećene oblasti (slika 2). Ako je prečnik stuba pravougaoni onda se određuje dužina zamenjujućeg prečnika stuba (jednačina 2) i na osnovu toga se dolazi do prečnika kontrolnog obima.

$$d_s = 1.13\sqrt{b \cdot d} \quad (2)$$

Mora se napomenuti da je odnos stranica pravougane opterećene površi ograničen na 1.5.



Slika 2. Kontrolni obim (stub bez kapitela)

Postoji mogućnost da je potrebno proveriti probijanje na više preseka (postoji veći broj kontrolnih obima) slika4. Ovo je slučaj kada je ploča ojačana kapitelom, i kada su dimenzije kapitela:

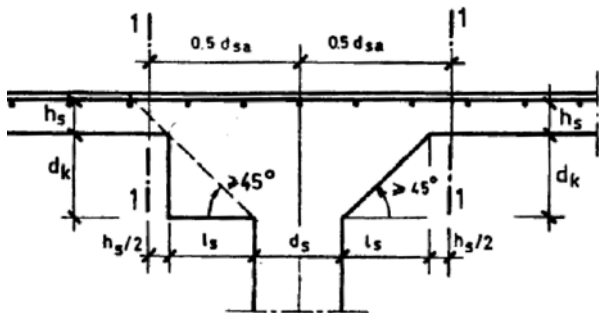
$$l_s > 1.5 \cdot (h_s + d_k) \quad (3)$$

Ako dimenzije kapitela ne zadovoljavaju odnos iz (3), onda je dovoljno proveriti probijanje ploče na jednom kontrolnom obimu (slika3), dužina obima tog kontrolnog obima zavisi od odnosa dimenzija kapitela. Pa je, kada je :

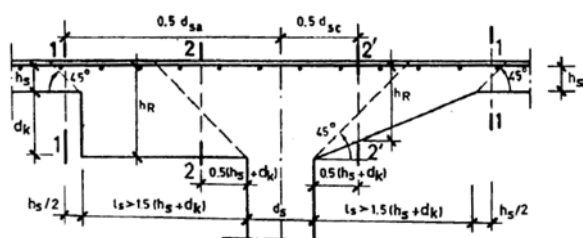
$$l_s \leq d_k \rightarrow d_{sa} = d_s + 2l_s + h_s, \quad (4)$$

odnosno:

$$l_s > d_k \text{ ili } l_s \leq 1.5(h_s + d_k) \rightarrow d_{sa} = d_s + 2d_k + h_s \quad (5)$$



Slika 3. Kontrolni obim (sa kapitelom, jedan presek)



Slika 4. Kontrolni obim (sa kapitelom, dva preseka)

2.2. Dimenzionisanje ploča na probijanje prema PBAB-u

Dimenzionisanje ploče na probijanje prema PBAB-u se sprovodi prema teoriji dopuštenih napona. U ovom slučaju moramo proveriti dve karakteristične vrednosti dopuštenog napona:

- kada nema armature za obezbeđenje smicanja,
- kada ima armature za obezbeđenje smicanja.

Razlikuju se dopušteni naponi za ova dva slučaja (za konstrukcijski armirani, i za beton armiran proračunskom armaturom) tabela 1. Kako se može pretpostaviti, na nosivost betona na smicanje utiče i armatura koja se nalazi u gornjem sloju, mada je nosivost ove armature ograničena, zbog male debljine zaštitnog sloja betona, jer se njena nosivost ne može potpuno iskoristiti, naročito pri pojavi prslina, zato je koeficijent koji uzima u obzir sadejstvo podužne armature $\gamma_{1,2}$ veći u slučaju kada nije potrebna armatura za obezbeđenje od probijanja. Takođe je jako bitno, da li su kao podužna armatura upotrebljene glatke ili rebraste armaturene šipke, ili je korišćena mrežasta armatura, ovo je značajno zbog veze između betona i armature, ovi faktori se uvode u proračun koeficijentom α_a . Njegova vrednost je $\alpha_a = 1.0$ kada se koristi glatka armatura, $\alpha_a = 1.3$ kada se koristi

rebrasta armatura i $\alpha_a = 1.4$ kada se koristi mrežasta armatura.

Tabela 1. Dopušteni smičući naponi u armiranom betonu

MB	15	20	30	40	50	60
τ_a	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2
τ_b	1.5	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4

Formule koje se koriste u proračunu. Nisu dobijene empirijski, već eksperimentalno. A PBAB zahteva proveru računski dobijenog napona sa dve vrednosti, kada je :

$$\tau \leq \frac{2}{3} \gamma_1 \cdot \tau_a, \quad (6)$$

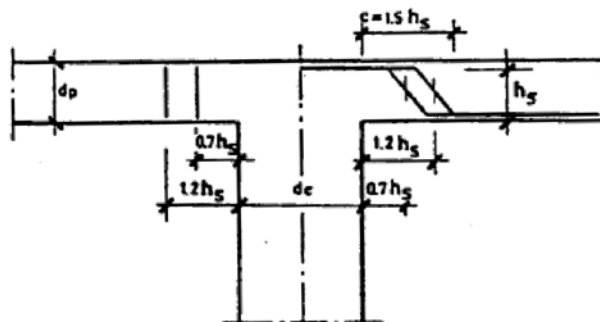
onda je beton u mogućnosti da prenese kompletnu silu probijanja, dok ako je proračunski napon:

$$\tau > \gamma_2 \cdot \tau_b, \quad (7)$$

onda je neophodno ojačanje preseka, jer presek nije u stanju da prenese silu probijanja. Kada se intenzitet proračunskog napona nalazi između ove dve vrednosti onda je neophodno da se usvoji smičuća armatura. Pretpostavlja se da armatura prenosi 75% sile probijanja pa se potrebna površina smičuće armature dobija:

$$A_{ak} = 1.35 \frac{T_{max}}{\sigma_v}. \quad (8)$$

Ova armatura se postavlja na rastojannju od $0.7 h_s$ do $1.2 h_s$, na način prikazan na slici 5.



Slika 5. Položaj armature za obezbeđenje probijanja

3. PRORAČUN PLOČA U ODNOSU NA PROBIJANJE PREMA EC2

Po evropskim normama proračun ploča za obezbeđenje probijanja se vrši na osnovu graničnih stanja nosivosti. Smisao proračuna je upoređivanje napona smicanja, koji je dobijen proračunom, i napona koji betonski presek može preneti. U samom proračunu napon je potrebno proveravati u više preseka:

- U preseku koji odgovara ivici stuba (ovde napon mora biti manji od maksimalnog napona koji celokupan presek može da prenese)

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max} \quad (9)$$

- U preseku koji odgovara kontrolnom obimu
 - Ako je napon u ovom preseku manji od napona koji nosi sam betonski element (bez armature za smicanje) nije potrebna armatura

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c} \quad (10)$$

- Ako je napon veći od napona koji sam beton može preneti, onda je potrebno proračunati i postaviti smičuću armaturu,

$$v_{Ed} > v_{Rd,c} \quad (11)$$

ovde je: v_{Ed} - proračunski napon smicanja; $v_{Rd,max}$ - maksimalni napon koji celokupan presek može da prenese; $v_{Rd,c}$ - od napon koji nosi sam betonski element (bez armature za smicnje).

Proračunski napon smicanja se dobija:

$$v_{Ed} \leq \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_i \cdot d} \quad (12)$$

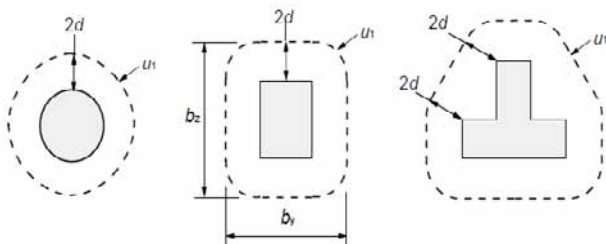
Ovde je: β - koeficijent koji zavisi od ekscentričnosti; reakcije; V_{Ed} - proračunska sila probijanja; u_i - kontrolni obim; d - srednja statička visina ploče.

3.1. Određivanje dužine i oblika kontrolnog obima prema EC2

Oblik kontrolnog obima prema EC2 je najbliži realnom obliku koji se javlja pri probijanju (slika 6).

Kako je određen oblik obima, sada je potrebno odrediti rastojanje od opterećene površi na kojem će se obim nalaziti. Rastojanje kontrolnog obima od ivice opterećene površi zavisi od usvojenog maksimalnog napona zatezanja.

Iako je prema eksperimentalnim podacima rastojanje kritičnog preseka na $1.5d$, za proračun prema EC2 se predpostavlja nešto veće rastojanje od $2.0d$. Ovo uvećanje rastojanja je uvedeno zato što se u proračunu koristi jednoaksijalna čvrstoća, dok je u realnosti u ploči dvoaksijalno stanje napona, pa se ove dve razlike međusobno potiru.

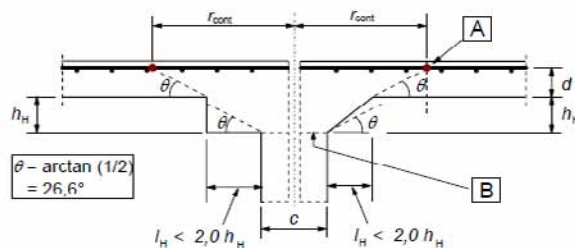


Slika 6. Izgled kontrolnog obima prema EC2

Pored oblika opterećene površi izgled kontrolnog obima zavisi i od postojanja kapitela, tj. usvaja se da je obim kružnog oblika ako kapitel postoji.

Ako je kapitel kružnog poprečnog preseka, sa odnosom dimenzija $l_h < 2h_h$, proveru napona smicanja se može vršiti samo u preseku van kapitela, a za poluprečnik se može uzeti da je jednak (slika 7):

$$r_{cont} = 2d + r_h + 0.5c \quad (13)$$



Slika 7. Kontrolni obim $l_h < 2h_h$

Za stub sa pravougaunim poprečnim presekom sa kapitelom istog oblika sa odnosom strana $l_h < 2h_h$, i sa ukupnim dimenzijama l_1 i l_2 ($l_1 = c_1 + 2l_{h1}$, i $l_2 = c_2 + 2l_{h2}$ $l_1 \leq l_2$), za poluprečnik se može uzeti manja od dve vrednosti:

$$r_{cont} = 2d + 0.56\sqrt{l_1 l_2} \quad (14)$$

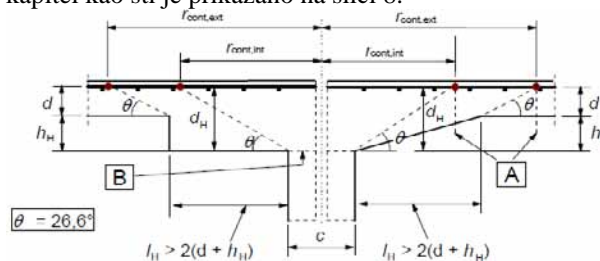
ili:

$$r_{cont} = 2d + 0.69l_1 \quad (15)$$

Ako su dimenzije kapitela $2h_h < l_h < 2(h_h + d)$

$$r_{cont} = 2l_h + 0.5c \quad (17)$$

Ako su dimenzije kapitela $l_h > 2(h_h + d)$, onda je potrebno proveriti napone u presecima kroz ploču i kroz kapitel kao štii je prikazano na slici 8.



Slika 7. Kontrolni obimi

3.2 Dimenzionisanje ploča na probijanje prema EC2

U jednačinama (9-12) date su formule koje se koriste u proračunu. U izrazu 12 se uvodi koeficijent ekscentričnosti koji u silu probijanja uvodi uticaj momenta koji se prenosi. Ovaj koeficijent se dobija:

$$\beta = 1 + k \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_i}{W_l} \quad (18)$$

On zavisi od momenta koji se prenosi, sile probijanja, odnosa dimenzija opterećene površi, i od kontrolnog obima. U izrazima (9-12) figurišu i naponi koje ploča može da prenese, oni zavise od kvaliteta betona, debljine ploče, površine podužne armature. I jednaki su:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k(100\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \quad (19)$$

dok je

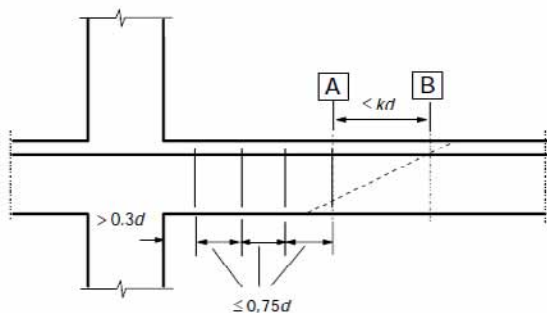
$$v_{Rd,max} = 0.5 \cdot 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \quad (20)$$

Ovaj napon je napon koji presek može prihvatiti na ivici opterećene površi.

Kada je računski napon veći od napona koji može preneti sam beton, onda je potrebno postaviti armaturu za obezbeđenje probijanja, tada je napon koji presek može prihvatiti jednak:

$$v_{Rd,cs} = 0.75v_{Rd,c} + 1.5\left(\frac{d}{s_r}\right)A_{sw} \cdot f_{yd,ef} \cdot \left(\frac{1}{u_1 \cdot d}\right) \sin\alpha. \quad (21)$$

Za armaturu se koriste najčešće povijene šipke ili vertikalne šipke, koje se postavljaju na nekoliko obima kako je prikazano na slici 8.



Slika 8. Postavljanje armature prema EC2

Da bi smo odredili sve obime za postavljanje armature, potrebno je odrediti spoljašnji kontrolni obim na kome armatura više nije potrebna.

$$u_{out} = \beta \cdot V_{Ed} / (v_{Rd,c} \cdot d). \quad (22)$$

4. RAZLIKE U PRORAČUNU PLOČA NA PROBIJANJE PREMA PBAB-U I EC2

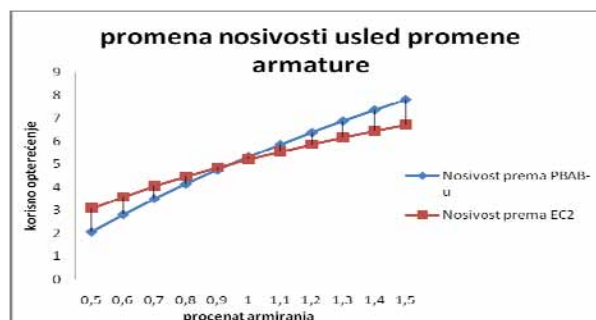
Osnovna razlika je način proračuna tj. prema PBAB-u se preseći računaju po teoriji dopuštenih napona dok se prema EC2 preseći računaju po teoriji graničnog stanja nosivosti. Očekivano je da rezultati dobijeni proračunom prema EC2 budu tačniji odnosno, odgovaraju realnoj slici napona, što se može zaključiti i činjenicom da su i sami DIN propisi znatno izmenjeni od onih koji su usvojeni da se koriste u našim standardima.

Sledeća razlika je u kontrolnom obimu. Njegovom obliku, rastojanju od ivice opterećene površi kao i broju kontrolnih obima. Izgled kontrolnog obima prema PBAB-u je uvek kružni dok prema EC2 zavisi od oblika opterećene površine. Po PBAB-u vidimo da postoji samo jedan kontrolni obim dok po EC2 imamo najmanje dva, dok ako je potrebna armatura moramo odrediti tri obima.

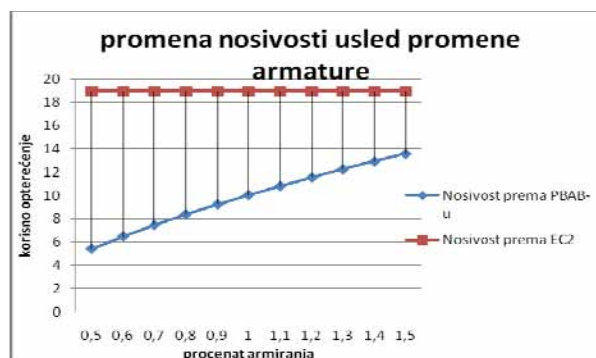
Još jedna velika razlika je u određivanju nosivosti betona, bez smičuće armature. Pri proračunu prema EC2 vidimo da veliki uticaj na nosivost ima i debljina ploče, dok u proračunu prema PBAB-u, ovaj koeficijent ne postoji. Saznanje o doprinosu debljine ploče na nosivost, je novijeg datuma, pa zato nije prisutno u PBAB-u. Kako se može videti vrednost koeficijenta opada sa povećanjem debljine ploče i kreće se između 1 i 2.

Kako se može videti razlike u proračunu su velike, i zavise od mnogobrojnih faktora. U nastavku je data razlika u nosivosti preseka na probijanje usleda promene procenta armiranja podužnom armaturom. Ova razlika će biti prikazana na sledećem graficima, gde će se zasebno prikazati nosivost betona bez smičuće armature i maksimalna nosivost betona. Za primer proračuna koristila se platforma debljine 23cm, oslonjena na stubove poprečnog preseka 35x35cm, sa međusobnim razmakom od 5m. Platforma se sastoji od četiri identična raspona u oba pravca. Kako se sa slike 9 može videti, razlika u nisivosti samog betona usled promene procenta podužne

armature je izraženija pri korišćenju odredbi PBAB-a, iako evropske norme daju nešto veću nosivost pri nižim procentima podužne armature, vidi se da je nosivost betona pri višim procentima podužne armature veća u proračunu prema PBAB-u. Na slici 10 vidimo da maksimalna nosivost preseka, pri proračunu prema EC2, ne zavisi od procenta podužne armature (proračun prema nosivosti pritisnute dijagonale). Dok nosivost prema odredbana PBAB-a donosi povišenje maksimalne nosivosti preseka, ali se takođe vidi da je ova nosivost manja od nosivosti koju dobijamo pri korišćenju odredbi iz evropskih standarda.



Slika 9. Prikaz promene nosivosti samog betona usled promene podužne armature



Slika 10. Prikaz promene maksimalne nosivosti preseka usled promene podužne armature

5. LITERATURA

- [1] Pravilnik za beton i armirani beton (prvi i drugi tom)
- [2] EN 1992: (Eurocode 2) Design of concrete structures
- [3] Reinforced concrete design to Eurocode2 (Mosley, Bungey, Hulse)
- [4] Designers guide to Eurocode 2 (R.S. Narayanan, A. Beeby)
- [5] FIB report 12 Punchng of structural concrete slabs
- [6] Model Code 2010 (first complete draft)

Kratka biografija



Suad Selmani rođen 1986. godine u Kruševcu. Diplomski-master rad odbranio je 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

ORGANIZACIJA BAZE PODATAKA O OŠTEĆENJU OBJEKATA USLED ZEMLJOTRESA U KRALJEVU

ORGANIZATION DATABASE ON EARTHQUAKE DAMAGE TO BUILDINGS IN CITY KRALJEVO

Dalibor Vojinov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je analiza objekata visokogradnje usled zemljotresa, formiranje baze podataka na osnovu zapisnika o proceni oštećenja. Takođe su opisani uzroci nastajanja zemljotresa i seizmičke skale. Opisan je zemljotres u Kraljevu i data klasifikacija objekata i oštećenja.

Abstract – This paper presents analysis construction buildings due to earthquakes, creating a database based on the record on the assessment of damages. It also describes the causes of earthquakes and seismic scale. This study show the earthquake in Kraljevo and classification of objects and damage.

Ključne reči: Zemljotres, Tehnologija i Organizacija, Baza podataka.

1. UVOD

Predmet ovog rada su organizacija baze podataka o oštećenju usled zemljotresa u Kraljevu, i analiza podataka o oštećenjima objekata visokogradnje (stambenih objekata) usled dejstva zemljotresa u cilju poboljšanja seizmičke otpornosti objekata visokogradnje na zemljotrese. U ovom radu su analizirani zapisnici komisije Fakulteta Tehničkih Nauka u Novom Sadu za procenu oštećenja objekata kolektivnog stanovanja usled zemljotresa koji su prikupljeni 10.12.2010 - 12.12.2010. u Kraljevu i na osnovu njih se formira baza podataka koja će služiti za statističku analizu podataka. Za svaki od objekata kolektivnog stanovanja je definisana adresa, vrsta objekta, broj stanova i lokala, broj nadzemnih i podzemnih etaža, kvadratura, konstruktivni sistem i vrsta unutrašnjih obloga zidova i podova, ocena izrade i održavanja, popisana oštećenja na nosivim i nenosivim elementima i formirana ocena i kategorija oštećenja. U ovom radu je korišćena tehnika naučnog posmatranja. Neki vid oštećenja je pretrpelo oko 16 hiljada kuća, 8.500 stanova, 33 škole i nekoliko stotina privrednih objekata. Posledice zemljotresa osetilo je oko 80 hiljada ljudi. Samo na individualnim stambenim objektima materijalna šteta je procenjena na oko 2,5 milijarde dinara. Kraljevački zemljotres 2010. godine bio je zemljotres magnitude 5,3 ili 5,4 koji se dogodio na oko 5 kilometara severoistočno od Kraljeva, 3. novembra 2010. godine, u 01:56:56 časova po lokalnom vremenu. Epicentar zemljotresa bio je na oko 10 kilometara dubine.

NAPOMENA:

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

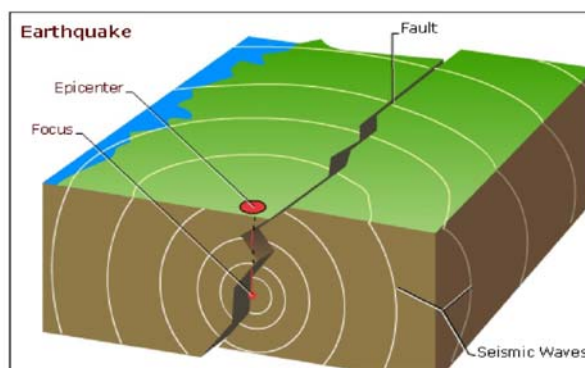
Pripremiti se na zemljotres nikada ne možemo u potpunosti, ali ono što je važno, a to su propisi koji se moraju poštovati prilikom izgradnje objekata. Važno je takođe i edukovati stanovništvo.

Intenzitet potresa u epicentralnoj oblasti određuje se prema MSK-64 skali (Merkalijevoj skali), koja ima 12 stepeni. Zemljotres kod Kraljeva imao je intenzitet od oko 7-8 stepeni, što odgovara ubrzanju seizmičkih talasa od 250-500 mm/s. Za uslove u Srbiji i na Balkanu, ovakav zemljotres se smatra veoma snažnim, dok je u svetskim razmerama njegova jačina srednjeg intenziteta. Srbija se nalazi u severnoj periferijnoj oblasti Mediterana, koja spada u seizmički aktivnije prostore. Od trenutka najjačeg udara region Kraljeva pogodilo je preko 650 zemljotresa slabije magnitude u rasponu 1.5 do 2.5 stepena Rihterove skale, što je direktna posledica smirivanja tla. Epicentar potresa kod Kraljeva bio je na oko 10 kilometara dubine, što ga na osnovu klasifikacije ubraja u veoma plitke zemljotrese.

2. ZEMLJOTRESI

2.1 Uzroci nastajanja zemljotresa

Zemljotresi predstavljaju kretanje tla koje se javlja zbog iznendanih pomaka u zemljinoj kori ili u gornjem delu zemljinog plašta. On je kao rezultat iznendanog otpuštanja energije u zemljinoj kori koja stvara seizmičke talase (Slika 1)



Slika 1. Nastanak zemljotresa

Najvažniji geološki elementi koji predodređuju aktivnost zemljotresa su rasedi i rasedne zone, po kojima se odvija tektonska aktivnost u zemljinoj kori. Uticaj zemljotresa je veći na površini terena ili površinskoj zoni nego u dubljim delovima terena. Područja u kojima su zemljotresi česta pojava nazivaju se seizmičkim. Imaju područja na Zemlji gde do sada zemljotresi nisu registrovani, takva područja

se nazivaju aseizmičkim. Područja u kojima su zemljotresi vrlo retki nazivaju se peneseizmičkim. Na površini zemlje zemljotresi se manifestuju potresom i premeštanjem slojeva tla. Kada je veoma jak epicenter zemljotresa lociran van kopna može se stvoriti cunami. Potresi često mogu biti okidači klizišta i vulkanskih aktivnosti. Tajanje zemljotresa je svega nekoliko sekundi s tim što se posle glavnog udara javljaju više slabijih udara koji su posledica smirivanja zemljine aktivnosti. Zemljotres ili potres nastaje usled pomeranja tektonskih ploča, kretanja zemljine kore ili pojave udara, a posledica podrhtavanja Zemljine kore zbog oslobađanja velike energije. Zemljotresi su prirodne katastrofe, često ogromnih razmera, rušilački do katastrofalni koji se događaju svake godine, uništavaju ogromno bogatstvo i odnose veliki broj ljudskih žrtava. Zemljotresi najčešće imaju varirajuće posledice, uključujući i promenu geoloških osobina, štetu antropogene sredine tj sredine i objekata koje je čovek stvorio i imaju veliki uticaj na čovekov život. Zemljotresi mogu da prouzrokuju dramatične geomorfološke promene uključujući pomeranja zemlje horizontalno i vertikalno. Posle zemljotresa mogu da budu klizišta, lavine, požari, poplave, vulkanske erupcije, cunami.

2.2 Elementi zemljotresa

Mesto gde se u zemljinoj kori vrši oslobađanje ogromnih količina energije, usled čega dolazi do podrhtavanja i talasnog kretanja čestica stena i vode naziva se hipocentar. To nije jedna tačka već relativno veliko područje. Od njega se zemljotresni udar širi u svim pravcima. Vertikalno iznad hipocentra na površini terena nalazi se epicenter zemljotresa. S obzirom na to da je to najkraće rastojanje, logično je da u epicentralnom području, po pravilu i najveće udarno dejstvo zemljotresa. Rastojanje od epicentra do neke tačke naziva se epicentralno rastojanje. Karakteristična rastojanja zemljotresa su prikazana na slici 2.



Slika 2. Karakteristična rastojanja zemljotresa

Zemljotresne aktivnosti praćene su kretanjem longitudinalnih, transverzalnih, površinskih i drugih talasa. Kao i svaki talas, navedeni se odlikuju talasnom dužinom, amplitudom, periodom oscilovanja, brzinom kretanja i dr. Za svaki zemljotres na seizmičkim stanicama, registruju se, ili se mogu naknadno odrediti svi navedeni kvantitativni podaci sa odgovarajućih zapisa. Iz zapisa je takođe moguće lako odrediti vremena nailaska pojedinih vrsta talasa. Podaci o zemljotresima registruju se seizmografima na nernim stanicama.

2.3 Seizmičke skale

Jačina zemljotresa meri se raznim skalama. Najviše u upotrebi su Rihterova i Merkalijeva skala. Rihterova skala deli zemljotrese prema količini energije (magnitudi) koja se oslobodi u hipocentru (žarištu) zemljotresa. Merkalijeva skala (od 1-12) i Rihterova skala (od 1-9) se ne mogu porediti po tome koja je "jača" a koja "slabija", jer daju potpuno različite podatke. Rihterovom skalom zemljotresi se dele po količini energije koja se oslobodi u hipocentru zemljotresa, znači tamo gde se on desi u zemljinoj kori, dok se Merkalijevom skalom dele po ubrzanju tačaka površine tla koje se dešava na mestu merenja. Stoga jak zemljotres od 6 "Rihtera" može da bude i tek 5-6 stepeni Merkalija, ako se desi na dubini od 500 km na primer. A isto tako zemljotres od 4 Rihtera može da izazove razaranja kao 8-9ti stepen Merkalija, ako se desi plitko, na dubinama do 100km na primer.

2.4 Podela zemljotresa

Tektonski zemljotresi se najčešće javljaju kao posledica današnjih pokreta i poremećaja u labilnim delovima Zemljine kore. Ovi pokreti prouzrokovani su ubiranjem u zonama venačnih planina i rasedanjem u obodnim delovima plasa.

Vulkanski zemljotresi su karakteristični za vulkanski aktivne oblasti. Najčešće se javljaju kao prethodnica vulkanskih erupcija ili u toku rada vulkana.

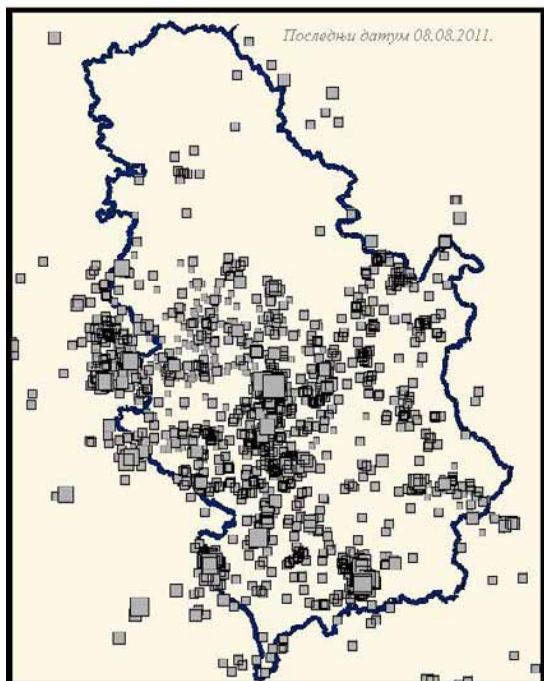
Urvinski zemljotresi su vezani za kraške predele u kojima se javljaju podzemne šupljine. Radom podzemnih voda ove šupljine rastu, ali im se stabilnost smanjuje. Tako dolazi do obrušavanja tavanica u pećinama i jamama, a potresi koji zbog toga nastaju prenose se na površinu kao zemljotresi.

Veštački zemljotresi se javljaju prilikom eksplozija. Najčešće potrese izazivaju podzemne atomske eksplozije. Veštački zemljotresi mogu biti izazvani punjenjem i pražnjenjem velikih akumulacija vode.

3. TRUSNE OBLASTI SRBIJE

Srbija nije prostor velike seizmičke aktivnosti, ali se u njoj dešavaju zemljotresi čija magnituda dostiže 5.8 stepeni Rihterove skale. Magnituda predstavlja jedinicu mere količine oslobodene energije u hipocentru. Izražava se magnitudnom skalom Rihtera koja nema gornju granicu ali pošto nije zabeležen zemljotres jačine 10, obično se predstavlja do 9 jedinica. Po svojoj energiji ovi zemljotresi mogu biti i rušilački. Srbija se nalazi na seizmički aktivnom području, na rubnom delu Sredozemno transazijske seizmičke zone, preciznije Mediteranski pojas. Najrazorniji zemljotres na našem području u poslednjoj deceniji pogodio je Mionicu 1998. godine i iznosio 5.7 stepeni rihterove skale, tada je na području Mioničke opštine prema podacima raznih komisija za popis štete oštećeno oko 12000 objekata, a njihova obnova ni do danas nije završena. Trusne oblasti Srbije su: Kopaonička, Rudnička, Krupanjska, Maljenska, Lazarevačka, Svilajnačka, Golubačka, Uroševsko-Gnjilanska, Vranjska i Kraljevačka. Ovi zemljotresi svo-

jim položajem markiraju najznačajnije zone u prostoru Srbije. Glavne udare je pratila Kopaonička žarišna zona. Seizmičnost u Srbiji 2010. godine je prikazana na slici 3.

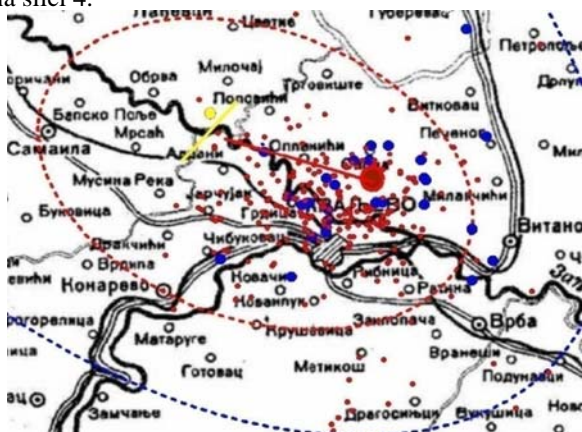


Slika 3. Seizmičnost u Srbiji 2010. godine

Na području Srbije zemljotresi jačine 6 stepeni MSK skale ugrožavaju 13% površine, zemljotresi jačine 7 stepeni MSK ugrožavaju 59% površine, zemljotresi jačine 8 stepeni MSK ugrožavaju 23% površine, a zemljotresi jačine 9 stepeni MSK ugrožavaju 5% površine Srbije.

4. ZEMLJOTRES U KRALJEVU

Epicentar je lociran na 121 km južno od Beograda, odnosno 4 km severno od Kraljeva. Na osnovu ovih i instrumentalnih podataka, epicentar je u ataru sela Sirča, na rasedu preliminarne dužine od 8 km. Jačina zemljotresa 5.4 jedinica Rihterove skale. Zemljotres koji je pogodio Kraljevo je umerenog intenziteta, ali je za ove prostore ipak snažan. Zemljotres se osetio u većem delu zemlje, posle glavnog potresa usledilo je još preko stotinu manjih koji su posledica smirivanja tla nakon glavnog potresa. Karta naknadnih zemljotresa nalazi se na slici 4.



Slika 4. Prostorni raspored naknadnih zemljotresa

Na karti glavnog i naknadnih udara zemljotresa od 03.11.2010 u 01:56 crvenim krugom je označen epicentar glavnog udara zemljotresa a žutom bojom najjačeg naknadnog udara a linijama su označeni rasedi po kojima su se ovi zemljotresi dogodili. Plavim krugovima su označeni epicentri naknadnih zemljotresa. Plavom bojom su označeni zemljotresi koji su se dogodili za poslednja 24h. Magnitude ovih zemljotresa su bile u rasponu od 1.0 do 4.4 jedinice Rihterove skale. Zemljotresi čije su magnitude iznosile dve jedinice Rihterove skale i niže su samo instrumentalno registrovani i nisu se mogli čulno osetiti. U periodu do 13 časova 09.11.2010. registrovano je **258** zemljotresa. Epicentri naknadnih zemljotresa se nalaze u radijusu od 8km oko Kraljeva. Najveća gustina epicentra je u zoni severno od Kraljeva na prostoru od Sirče do Zapadne Morave, u zoni aktivnog raseda. Gustina epicentra nije ravnomerna po čitavoj zoni i odražava trenutno stanje oslobođene seizmičke energije.

5. KLASIFIKACIJA OBJEKATA I OŠTEĆENJA

Postojećim Uputstvom klasifikacija objekata je predstavljena sa tri opisa konstrukcije zgrade i to: skeletna konstrukcija, tvrdi materijal i slabi materijal. Interesantno je napomenuti da su zgrade od dasaka, tj. drvene konstrukcije svrstane u objekte visoke povredljivosti/ugroženosti. Medvedev Sponhauer Karnik-64 (MSK-64) skala takodje obuhvata samo tri tipa objekata i to:

A: Zgrade od neobrađenog kamena, seoske zgrade, zgrade od nepečene cigle, kuće od gline.

B: Obične zgrade od opeka, zgrade od velikih blokova i zgrade od prefabrikovanih materijala.

C: Armiranobetonske građevine i solidno građene drvene građevine.

Postojeće Uputstvo za procenu šteta od elementarnih nepogoda opisuje šest kategorija oštećenja koja se ni po broju ni po opisu ne mogu jednoznačno korelisati sa klasifikacijom oštećenja u makroseizmičkoj skali. U kategorizaciji oštećenja date su odrednice za zastupljenost sa opisima: manje, znatno, veće, obimnije ali bez definisanja njihovih količinskih ekvivalenata. Zemljotres je samo jedna od elementarnih nepogoda koje mogu pogoditi neko naseljeno područje. Radi sagledavanja štete koju je uzrokovala elementarna nepogoda, potrebno je pogođenom području provesti dva postupka:

- Klasifikaciju oštećenja građevina sa svrhom da se u kratkom vremenu utvrdi koje su građevine neoštećene, ili malo oštećene pa se i dalje mogu koristiti, a zatim koje su teže oštećene pa ih privremeno treba napustiti da bi se mogle sanirati i osposobiti za upotrebu, i građevine koje su potpuno srušene ili su u takvom stanju oštećenosti da ih treba ukloniti.

- Procenu štete, sa svrhom da se utvrdi ko će, kako i kada moći da uništena dobra vrati njihovoj prvobitnoj funkciji, i da utvrdi da li se za saniranje štete moraju angažovati republička ili samo opštinska sredstva.

Prvi postupak je takozvana klasifikacija, neposredan je zadatak nakon zemljotresa za građevinske stručnjake.

Iskustva ranijih katastrofalnih zemljotresa pokazuje da stručne snage na teritoriji pogođenoj zemljotresom nisu dovoljne da same sprovedu ovaj postupak. Zbog toga je već više puta klasifikacija oštećenja uspešno sprovedena pomoću ekipa koje su na potresom pogođenu teritoriju došle iz drugih krajeva zemlje. Organizaciju klasifikacije preuzima opština na čijoj je teritoriji posao potrebno izvršiti, a na nivou republike moguća je koordinacija poslova radi jedinstvenih kriterijuma.

6. ORGANIZACIJA BAZE PODATAKA

Zapisnike o proceni oštećenja na objektima za kolektivno stanovanje je formirala komisija za procenu oštećenja Fakulteta Tehničkih Nauka Novi Sad 10.12.2010 - 12.12.2010. godine. Na osnovu zapisnika o proceni štete za objekte za kolektivno stanovanje i urbanističkog plana Kraljeva formirana je elektronska baza podataka u programu Microsoft Excel. Na osnovu ove baze podataka će se formirati statistički podaci koji se odnose na otpornost objekata na seizmičke uticaje. Za elektronsku bazu podataka je uzeto u obzir 200 objekata za kolektivno stanovanje. Objekti su različitog konstruktivnog sistema, spratnosti, gabarita. Podaci za zapisnik su dobijeni od predsednika skupštine stanara, i vizuelnim pregledom svakog objekta pojedinačno. Elektronska baza podataka koja je formirana u programu Microsoft Excel na osnovu zapisnika komisije za procenu oštećenja objekata kolektivnog stanovanja od zemljotresa i urbanističkog plana grada Kraljeva sastoji se iz tri dela:

- Prvi deo elektronske baze podataka se odnosi na karakteristike objekta (adresa, spratnost, kvadratura objekta, tip konstrukcije, godina izgradnje, dužina i širina objekta)
- Drugi deo baze se odnosi na korelaciju objekat-zemljotres, i taj deo baze podataka je formiran na osnovu koordinata epicentra i urbanističkog plana grada Kraljeva. Drugi deo sadrži udaljenost od epicentra, ugao pod kojim seizmičke sile deluju na objekat, podatke o delu seizmičke sile koju primaju podužni, odnosno poprečni zidovi
- Treći deo baze se odnosi na popis štete po spratovima objekta, ukupna procena štete za ceo objekat i data je napomena sa kratkim opisom oštećenja.

Nakon organizacije baze podataka za oštećenja objekata za kolektivno stanovanje usled zemljotresa napravljena je analiza oštećenja objekata po kategorijama oštećenja, analiza je data u Tabeli 1.

Za svaki objekat je bitno da znamo iz kog pravca dolaze seizmički talasi i u kom su položaju oni u odnosu na objekat.

Ako je pravac rasprostiranja seizmičkih talasa takav da je približno paralelan podužnoj osi objekta onda će i veći deo seizmičke sile primiti podužni zidovi. Ako je pravac rasprostiranja seizmičkih talasa takav da je približno paralelan poprečnoj osi onda će najveći deo seizmičke sile primiti poprečni zidovi.

Udaljenost objekta od epicentra je bitna jer ako je neki objekat bliži epicentru on će imati veća oštećenja od objekata istih karakteristika i spratnosti koji bi bio na većoj udaljenosti od epicentra.

Tabela 1. Analiza oštećenja

	Kategorija oštećenja					Bez oštećenja	Nije konstatovan stepen oštećenja
	I	II	III	IV	V		
Broj objekata	81	55	36	14	4	5	5
Proc. iznosi [%]	40.5	27.5	18	7	2	2.5	2.5

Za većinu objekata je napisan opis oštećenja gde se za svki objekat može videti vrsta oštećenja, na kojoj etaži su nastala oštećenja i na kojim elementima su nastala oštećenja. Na pojedinim objektima koji su približno istih karakteristika udaljenosti od epicentra, ugla pod kojim seizmička sila deluje na objekat i samih karakteristika objekta (godina izgradnje, spratnost, oblik i dimenzije osnove), uočene su određene sličnosti u pogledu oštećenja objekta. Na pojedinim objektima koji su približno istih karakteristika udaljenosti od epicentra, ugla pod kojim seizmička sila deluje na objekat i samih karakteristika objekta (godina izgradnje, spratnost, oblik i dimenzije osnove), uočene su potpune različitosti u pogledu oštećenja objekta.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazano formiranje elektronske baze podataka za objekte za kolektivno stanovanje u Kraljevu koji su oštećeni usled zemljotresa 03.11.2010 godine i njihova priprema za statistiku. Predstavljen je zemljotres na teritoriji opštine Kraljevo koji se dogodio 03.11.2010 godine i za uzorak od 200 objekata urađena je elektronska baza podataka u programu Microsoft Excel. Uz jedinstvenu klasifikaciju objekata i oštećenja moguće je korišćenje rezultata makroseizmičkih opservacija za procenu šteta i procenu efekta budućih zemljotresa.

8. LITERATURA

- [1] Milinko Vasić, "Inženjerska geologija", Novi Sad 2001.
- [2] Dražen Aničić, Peter Fajfer, Boško Petrović: "Zemljotresno inženjerstvo", Građevinska knjiga, Beograd 1990.
- [3] Zoran Brujić, skripta "Višespratne zgrade".
- [4] www.seismo.gov.rs
- [5] www.kraljevo.in.rs/zemljotres-2010/
- [6] www.wikipedia.org

Kratka biografija:



Dalibor Vojnov rođen je u Zrenjaninu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Tehnologija i organizacija građenja, odbranio je 2012. god.

**ПРОЦЕНА СТАЊА, ДОГРАДЊА И САНАЦИЈА ПОСЛОВНО – СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ
У РУМИ****ASSESSMENT, UPGRADING AND REPAIR OF BUSINESS AND RESIDENTAL
BUILDING IN RUMA**

Дражен Цвјетковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду приказана је процена стања, доградња и санација зграде у Руми. У првом делу рада описана су својства FRP композитних материјала и примена у грађевинарству за ојачање зиданих конструкција. Затим је на основу детаљног прегледа зграде дата оцена стања са аспекта носивости, стабилности и трајности. После тога урађен је пројекат доградње дела спрата и поткровља са статичким прорачуном нових конструктивних елемената и провером напона у подрумским зидовима и темељним спојницама након доградње. Такође, предложене су и мере санације уочених недостатака после доградње.

Abstract – This paper presents assessment, upgrading and repair of building in Ruma. The properties of fiber reinforced polymer (FRP) composites and their usage in civil engineering for strengthening of masonry buildings are described in the first part of the paper. Then, according to a detailed survey the assessment of the building are given in terms of capacity, stability and durability. The appropriate measures for their repair are given, also. The static analysis for upgraded part of the buildings, dimensioning of new construction elements and control of stress in basement walls after upgrading are done, also. At the end, the appropriate measures for repair of detected damages are given.

Кључне речи: дефекти, оштећења, процена стања, санације, доградња, FRP композитни материјали, вештачка влакна.

1. УВОД

Рад се састоји од две међусобно независне целине. Први део рада представља теоријско-истраживачки део са темом „Ојачање зиданих конструкција вештачким влакнима“, а други је везан за процену стања, доградњу и санацију стамбене зграде у Руми.

**2. ОЈАЧАЊЕ ЗИДАНИХ КОНСТРУКЦИЈА
ВЕШТАЧКИМ ВЛАКНИМА****2.1. Увод**

Велики број зиданих објеката који су данас у употреби потребно је ојачати како би се санирала

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била проф. др Мирјана Малешев.

постојећа оштећења настала дејством земљотреса или оштећења настала услед старости и експлоатације објекта. Ојачања су потребна и како би се неоштећен објекат учинио отпорним на сеизмичка оптерећења.

Fiber reinforced polymers (FRP) је композитни материјал који се састоји од континуалних, неметалних влакана (стаклена, карбонска и араמידна) високих перформанси и полимерне смоле. Главни носиоц напона су влакна док су полимерне смоле ту да дистрибуирају напон. Као резултат симбиозе ова два материјала добија се материјал са изузетним физичко-механичким особинама у виду високе чврстоће на затезање и веома мале специфичне тежине. Поред тога, он је изразито трајан материјал, са немогућношћу појаве корозије.

Примењују се за санацију и ојачање свих врста конструкција (зиданих, дрвених, бетонских и челичних). Разлог овако широке примене и поред високе цена, која је већа од цене свих традиционалних материјала, је веома лака и брза примена без ангажовања додатне опреме, мали утицај на изглед објекта, ангажовање малог броја радника итд. Мали утицај на изглед објекта је од посебног значаја код извођења санација и ојачања објеката од културно-историјског значаја.

2.2. Својства и подела композитних материјала

У зависности од типа влакна разликују се CFRP (карбонска влакна), AFRP (араמידна влакна) и GFRP (стаклена влакна).

Производе се у разним облицима као што су траке-ламинати, траке-тканине, шипке и траке.

Модули еластичности код карбонских трака су реда величине као модул еластичности челика за армирање ($E=210$ GPa). Чврстоћа при затезању је 5-10 пута већа од чврстоће на затезање челика за армирање. Гранична деформација при лому која код челика за армирање износи 1% , код карбонских трака је увећана и до за 70%. Карбонска влакна карактерише отпорност на дејство алкалија, оксида и УВ зрачења, имају високу динамичку чврстоћу и мали коефицијент термичког ширења.

2.3. Припрема подлоге и лепљење композитних материјала

Припрема подразумева прво да се уклони малтер. Затим се подлога бруси како би се скинули сви лабави делови. После брушења површина се очисти. Равна површина је потребна како би се остварила што боља

атхезија између зида и траке или тканине. Након припреме подлоге потребно нанети епоксидну смолу на зид. После тога се карбонска трака пажљиво поставља преко епоксидне смоле помоћу ваљка паралелно са правцем пружања влакана све док се смола не истисне између и кроз влакна.

2.4. Експериментална испитивања

Многобројна испитивања (Слика 1.) показују велико повећање напона на смицање и отпорности на савијање ојачаног зиданог зида са FRP композитним материјалима у односу на неојачан зид. Такође, повећана је и дуктилност код ојачаних зидова самим тим и сеизмичка отпорност. Исти случај је и код других зиданих елемената, код стубова и сводова, где се вишеструко увећава носивост и стабилност. На ефикасност ојачања утиче више фактора као што су карактеристике зида, употребљени композитни материјали, веза између композита и површине зида, употребљена количина ојачања, правац пружања ојачања, постојање отвора итд.

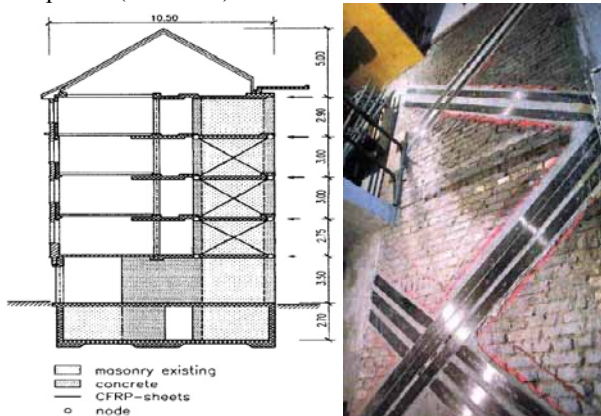


Слика 1. – Узорци за испитивање

Постоје одређене препоруке о примени и прорачуну потребног ојачања композитним материјалима али још увек се није дошло до конкретне нумеричке методе којом би се довољно тачно аналитички одредили напони у зиду и вештачким влакнима. Потребно је вршити даља истраживања и експерименталне радове како би се објаснила веза између зиданих елемената и ојачања композитним материјалима.

2.5. Примери примене у пракси

Један од првих примера примене карбонских влакна као ојачања зидане конструкције је реконструкција стамбене зграде у Цириху (1995). Кориштена су карбонска влакна како би се повећала сеизмичка отпорност (Слика 2.)



Слика 2. – Реконструкција зграде у Цириху

3. ПРОЦЕНА СТАЊА

3.1 Увод

Објекат за који се ради процена стања а за који ће се касније дати и мере санације је пословно-стамбена зграда “Блок Б” (Слика 3). Објекат је изграђен током 1960. године. Инвеститори су били Општина Рума и Војна пошта.



Слика 3. - Изглед зграде

Зграда се налази на централном тргу у Руми, смештена је између зграда, “Блок А” и “Блок Ц”, које се налазе са јужне бочне стране и северне бочне стране, са западне подужне стране се налази централни трг док је са источне стране двориште. Адреса објекта је Главна 135.

Зграда има подрум и 4 етаже, последња етажа је увучена и има велику терасу са погледом на трг. Зграда је правоугаоног облика, димензија 19.71x11.00м. Зграда има два излаза, излаз на трг и у двориште. Подрум има четири просторије које се користе као оставе за станаре. Приземље поседује два локала и два једнособна стана. Први, други и трећи спрат се састоје од по три двособна стана, сваки стан поседује терасу. Четврти спрат има два једнособна стана са великом заједничком терасом за све станаре зграде. На згради је изведен раван кров. Вертикална комуникација је остварена двокраким степеницама.

3.2. Конструктивни систем

Конструктивни систем зграде је масивни, са подужни зиданим носећим зидовима, од пуне опеке дебљине 38 цм (зидови су на растојању од 5.16 и 4.70 м). Предњи фасадни зид је ослоњен на АБ греду попречног пресека 100x75цм. АБ греда је ослоњена на 4 АБ стуба (попречни пресек 75x40цм) и два стуба од опеке (попречни пресек 75x40цм). Преградни зидови су изведени од опеке "на кант" дебљине 7цм. Међуспратна конструкција је монолитна армирано бетонска ситноробраста таваница. Међуспратна конструкција је повезана са зидовима хоризонталним серкљажима, не постоје вертикални серклажи. Степенице су армирано бетонске, ослоњене су на подесне греде (24x34цм) а подесне греде су ослоњене на зидове од опеке дебљине 38. Темљеви су тракасти бетонски испод свих зидова дебљине 38 цм с тим што је испод стубова урађен заједнички темељ контрагреда (80x80цм). Зграда је са равним кровом.

3.3. Детаљни визуелни преглед

Визуелни преглед је обављен са спољашње стране, у подруму, по степеништу, на кровној тераси. Није се улазило у станове, будући да се у разговору са станарима дошло до закључка да не постоје озбиљна оштећења а сва мања оштећења у становима станари су сами санирали.

Детаљним визуелним прегледом уочени су следећи дефекти и оштећења:

- дефекти:
 - бетонска гнезда;
 - геометријске имперфекције;
 - мала дебљина заштитног слоја (Слика 4.);
 - окрњене ивице услед скидања дашчане оплате;
 - сеграгација бетона;
- оштећења:
 - мрље од влаге (Слика 5.);
 - трошан малтер (Слика 6.);
 - трошна опека;
 - биолошка корозија;
 - љускање површинског слоја;
 - кристализација соли.



Слика 4. – Мали заштитни слој



Слика 5. – Мрље од влаге



Слика 6. – Трошан малтер

4. ДОГРАДЊА

Уместо кровне терасе на четвртој етажи предвиђена је доградња станова тако да четврти спрат буде исти као I, II и III спрат. У циљу смањења оптерећења од новог дела објекта, за грађење су изабрани материјали мање запреминске масе. Носећи зидови се зидају са YTONG елементима димензија 25x62.5x20cm, а преградни зидови са елементима димензија 10x62.5x25cm. Конструктивни систем дограђеног дела је масивни са носећим подужним зидовима и вертикалним АБ серкљажима. За међуспратну конструкцију одабрана је полумонтажна АБ ситноребраста таваница типа ФЕРТ. Над четвртим спратом дограђено је високо поткровље у оквиру косог корва, у којем ће бити такође три двособна стана. Преградни зидови поткровља су од гипскартонских плоча са металном потконструкцијом. За вертикалну комуникацију у овом делу зграде изведено је ново АБ двокрако степениште.

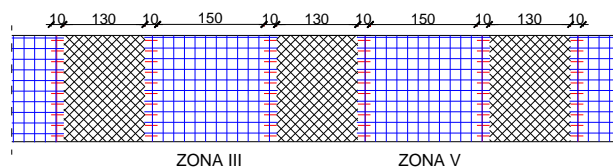
Кровна конструкција је дрвена, двострука права кровна столица. Нагиб кровне равни је 20°. Размак кровова је 80 cm. Размак између кровних столица је 400 cm. После димензионисања усвојени су пресеци рогова (8x14 cm), рожњача (14x16 cm), стубова (14/14 cm), пајанта (12/12cm), венчаница (12/14cm), клешта (5/12 cm).

Након прорачуна и доградње проверени су напони у подрумским зидовима услед гравитационог и сеизмичког оптерећења. Дошло се до закључка да је напон у темељним спојницама прекорачен па је потребно проширење темељних трака испод два подужна зида. Такође, прекорачен је и смичући напон у средишњем зиду услед сеизмичког оптерећења па је тај зид ојачан карбонским тракама.

5. САНАЦИЈА И ОЈАЧАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Санационе мере у подруму су:

- очистити сутерен од шута,
- разбити подну плочу,
- извршити откопавање темеља,
- извршити кампадно проширивање темеља (сл.7)
- замена малтерских спојница,
- замена дотрајалих опека,
- постављање хоризонталне изолације,
- постављање вертикалне хидроизолације



Слика 6. – Детаљ кампадног проширења темеља

На унутрашњем носећем зиду потребно је поставити карбонске траке, у приземљу и спратовима. Ова операција подразумева уклањање малтера на местима постављања трака, лепљење трака и поновно малтерисање и бојење зида.

Четврти спрат се дограђује па је потребно извршити следеће радове:

- уклањање елемената равног крова,

- рушење назидака и уклањање конзолног препуста на средишњем зиду,
- усецање хоризонталног серклажа,
- зидање носећих и преградних зидова,
- израда вертикалних серклажа,
- израда ФЕРТ таванице,
- уклањање постојеће таванице изнад степенишног простора,
- израда степеница које спајају четврти спрат са поткровљем.

Над четвртим спратом се још гради и високо поткровље што подразумева следеће радове:

- зидање назиди и забатних зидова,
- израда вертикалних и хоризонталних серклажа,
- постављање дрвене кровне конструкције,
- постављање хидро и термоизолације у коси кров,
- израда преградних зидова од гипскартонких плоча и металне потконструкције,
- постављање кошуљице и подова.

Пошто је фасада у доста лошем стању потребно је уклонити све трошне делове малтера, нанети нови слој малтера и затим урадити термоизолацију од стиропора. По завршетку уградње термоизолације ради се завршни декоративни слој и замена спољашње столарије, олука и лимених опшива.

Ојачање темељних трака се изводи из разлога повећања површине ослањања темеља, повећање контактне површине се ради подбетонирањем. Подбетонирање темељних трака се ради тако што се прво поткопава постојећи темељ, поткопава се свака друга кампада (150x150x30), које се затим бетонирају. Пре бетонирања се поставља арматурна мрежа Q-335(слика 7). После тога се прелази на поткопавање и бетонирање кампада које су преостале.

Ојачавање малтерских спојница се састоји у уклањању трошног малтера из спојница до дубине од највише 1/3 дебљине. Уклањање малтера се може извести ручним или машинским штемовањем. Након уклањања трошног малтера, спојница се чисти и попуњава новим малтером за зидање.

Средишњи подужни зид потребно је ојачати карбонским тракама. Поступак ојачања зидова карбонским тракама је следећи:

- уклањање малтера дуж оса предвиђених за постављање карбонских ламела, уклањање малтера се изводи ручним штемовањем, при чему се морају уклонити сви лабави или испуцали делови опека и малтера у спојницама,
- поравнавање површине зида машином за брушење,
- чишћење површине зида од прашине,
- све неравне зоне се попуњавају репаратурним малтером,
- наношење епоксидног лепка, лепак се наноси одговарајућим ручним алатима (мистрија, шпахтла, глетарица),
- постављање карбонских ламела применом ручног ваљка,
- наношење продужног малтера на делу уклоњеног малтера након три дана од лепљења ламела.

6. ЗАКЉУЧАК

Услед вишедеценијске експлоатације објекта, деловања атмосферилеја, не одржавања инсталација, олука и опшивки угрожена је трајност објекта. Носивост и стабилност конструкционих елемента није угрожена осим код подрумских зидова, код којих је делимично угрожена носивост због трошних малтерских спојница. Фасада објекта је у веома лошем стању, велики део фасаде је већ отпао, остатак фасаде је трошан и подложен отпадању па сам тим чини потенцијалну опасност по станаре и пролазнике.

Предвиђеним мерама санације, ојачања и надоградње објекту се повећава функционалност, употребљивост и знатно се продужава век трајања.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hernán Santa Maria, Pablo Alcaino, Carl Luders: *Experimental response of masonry walls externally reinforced with carbon fiber fabrics*, Universidad Catolica de Chile, Santiago, Chile, 2006
- [2] Tumialan, G., F. Micelli, and A. Nanni, *Strengthening of Masonry Structures with FRP Composites*, Structures 2001, Washington DC, 2001.
- [3] Cornelia Bieker, Werner Seim, Jochen Stürz: *Post-strengthening of masonry columns by use of fiber-reinforced polymers (FRP)*, University of Kassel, Germany
- [4] М. Малешев, В. Радоњанин: *Скрипта са предавања Процена стања и одржавање грађевинских објеката*, Факултет техничких наука, Нови Сад
- [5] М. Малешев, В. Радоњанин: *Скрипта са предавања Оштећења и санација зиданих конструкција*, Факултет техничких наука, Нови Сад
- [6] Ж. Радосављевић, Д. Бајић: *Армирани бетон, Елементи армирано-бетонских конструкција*, Грађевинска књига, Београд, 2004.
- [7] М. Мурављов, Б. Стевановић: *Зидане и дрвене конструкције зграда*, Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд, 2003.
- [8] М. Гојковић, Б. Стевановић: *Дрвене конструкције*, Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд, 2001.
- [9] Б. Благојевић: *Грађевинске конструкције*, Завод за удзбенике и наставна средства, Београд, 1996.
- [10] Интернет адресе: <http://srb.sika.com/>, <http://www.dramin.eu/>, <http://www.austrotherm.rs/>, <http://www.hio-technology.com/>

Кратка биографија:



Дражен Цвјетковић, рођен је у Зеници 1987. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство – Модул конструкције – Процена стања и санација објеката, одбранио је 2012. год.

TEORIJA LANČANICA SA PRIMEROM INSTALACIONOG VISEĆEG MOSTA RASPONA 44 METRA**CABLE STRUCTURES WITH AN EXAMPLE OF SUSPENSION PIPELINE BRIDGE SPANNING 44 METERS**Đorđe Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj - Rad u svom prvom delu objedinjuje naučne radove i osnovna saznanja iz oblasti teorije lančanice, posmatrano kako iz ugla građevinske struke tako i teorije mehanike, dok se u drugom delu rada nalazi projekat instalacionog visećeg mosta raspona 44 metra koji prevodi dve cevi naftovoda prečnika 1,5 metar preko kanala Dunav-Tisa-Dunav u okolini Vršca.

Abstract – The paper in its first part integrates scientific papers and the basic knowledge of catenary theory, observed from the angle of both theory of mechanics and structural analysis, while in its second part there is a project of pipeline suspension bridge with span of 44 metres that translates two oil pipes with diameter of 1.5 meters over the channel Dunav - Tisa - Dunav near Vrsac.

Gljučne reči : teorija lančanica, kablovi, užad, viseći most, čelične konstrukcije.

1. UVOD

Malo knjiga iz strukturalne mehanike se barem jednim svojim delom bavi lančanicama i strukturama sa užadima, a još manje njih ograničavaju svoja razmatranja samo na ovu temu. S obzirom da kod nas, tj. na našem jeziku ne postoji ozbiljnije i šire razmatranje ovih sistema, ni u knjigama, a ni u radovima, uzeo sam sebi za cilj da u svom radu dam ujedinjen izveštaj o teoriji lančanica iz perspektive građevinskog inženjera koji ima veliko interesovanje kako u teorijskom tako i u praktičnom aspektu ove teme.

Malo je začuđujuća činjenica da su razni problemi lančanica bili uzročnik uvođenja nekih opšte poznatih tehnika, jednačina i matematičkih funkcija. Na primer, Stevin je 1586. ustanovio trougao sila eksperimentišući sa opterećenim žicama. Huk je na svom čuvenom obraćanju u Royal Society 1675. kada je prikazao svoj zakon u obliku anagrama, izgovorio i svoju čuvenu izreku da se oblik luka može naći izvrtanjem analogne lančanice. Teorija lančanica se lagano razvijala u Evropi najviše uz pomoć ovih zvučnih imena, čija su interesovanja bila usmerena na davanje opštih jednačina lančanica.

Oblik i statički sistem, ljudskom rodu toliko dugo poznat, da ne iznenađuju zapisi da su Kinezi napravili lančani most pre Hrišćanske ere, da je u ruševinama Vavilona, kao i pepelu nad Pompejom, pronađene bakarne žice koje su nesumnjivo bile noseće konstrukcije, ipak nije moglo biti

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Kisin, red.prof.

precizno opisano matematičkim izrazom sve do polovine osamnaestog veka, a ni tada u potpunosti. Jedno od prvih rešenja visećeg mosta dao je Ruski inženjer Fuss, Ojlerov zet, 1794., kome je bila poverena odgovornost za pokušaj premošćavanja raspona reke Neve u Sankt Petersburgu. Ojlerovo izvođenje 1766. jednačine kretanja u Kartezijanim koordinatama vodilo je, 1829. do Poisson-ovog rešenja pravougaone membrane, koje je bilo jedno od najranijih aplikacija Furijeovih redova na nešto drugo sem toplotnog toka. Langrange je koristio diskretni (niska perli) model zategnute žice kako bi pokazao upotrebljivost svojih jednačina kretanja. Galileo, u *Razmatranjima dve nove nauke* objavio je 1638. oblik visećeg lanca i zaključuje da je paraboličan – prvenstveno iz analogije sa letom projektila. Da je ovaj pogled nepravilan je postalo izvesno Huygens-u sredinom XVII veka, ali nije dokazano do 1691. kada su braća Bernoulli, Leibnitz i Huygens manje više zajedno otkrili lančanicu (*catenary*). Reč je izvedena iz Latinske reči za lanac i označava univerzalno formu lanca koji visi između dve tačke. Reč uspinjača (*funicular*), bazirana na Latinskoj reči za kabl, je takođe korištena, tako da danas imamo frazu funikularni poligon koja se odnosi uopšteno na profil struna (žica) opterećenih koncentrisanim silama ili na idealan profil luka pod koncentrisanim opterećenjem. Možda se najšira primena vezuje za funikularnu konstrukciju za dijagram momenta savijanja kod opterećene grede.

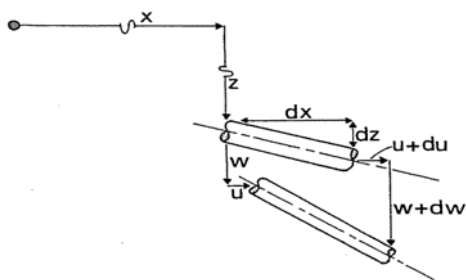
2. STATIKA OBEŠENOG KABLA

Iako na prvi pogled jednostavna, ova problematika sklona je nezgrapnim i više nego obimnim jednačinama koje je opisuju. Stoga one u ovom kratkom radu nisu ni izložene. Ipak, pojednostavljenja se mogu napraviti za slučaj kada je profil kabla u ravni, i kako ovo često odgovara situacijama gde se kablovi sa dubokim ulegnućem koriste u konstruktivne svrhe, mi ovde u neku ruku istražujemo inženjersku teoriju obešenog kabla. U svojoj najopštijoj formi, ova aproksimativna teorija omogućava eksplicitnu, konzistentnu metodu za iznalaženje statičkog odgovora za naneta opterećenja, tačnu do nivoa trećeg stepena malih veličina.

Ako je oblik ravan, tako da je odnos ulegnuća i raspona 1:8 ili manji, diferencijalna jednačina koja reguliše vertikalnu ravnotežu elementa je precizno specificirana sa

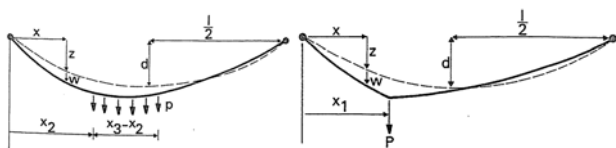
$$H \frac{d^2z}{dx^2} = -mg$$

dok je od odgovor kabla prikazan na slici 1.



Slika 1. - Pomeranja elementa kabla

Ova jednačina ima svoja veoma različita rešenja za dva tipa opterećenja: koncentrisano i jednakopodeljeno, što se vidi sa slike 2.



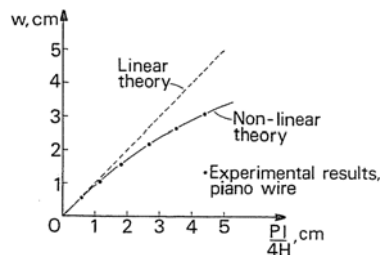
Slika 2. - Definicioni dijagram za koncentrisano i jednakopodeljeno opterećenje

Radi lakšeg korišćenja dobijenih jednačina, postoje linearizovana rešenja, koja su u radu prikazana tablicama, gde je moguće za odnos raspona i opterećenja, pronaći dodatno zatezanje u kablu. Ipak, svrha ovih tablica je ograničena na jednostavnije konstrukcije.

Za rad sa sistemima sa kablovima, gde su pomeranja velika, sile izuzetno velike, a granice se ne nalaze samo sa jedne strane rešenja, već sa obe (analogija sa prednapretnjem), od suštinske je važnosti razumevanje ovih sistema i njihovog dejstva. Naime, relacija između oblika kabla i istegljivost kabla, daje ovakvom sistemu njegove osobine. Ali ne na tako jednostavan način. Stoga, u statiki lančanice postoji jedan, a u dinamici tri parametra, koji opisuju krutost lančanice. Parametar u statiki se označava sa λ , i toliko je komplikovan za uočiti da postoji nesaglasnost među autorima, jer neki autori krutost kabla izražavaju sa dva "nezavisna" faktora, što je u master radu iz koga je proistekao ovaj rad pokazano kao netačno. U osnovi parametar objašnjava i geometrijske i elastične efekte. Jedan način posmatranja ovog parametra je nalik krutosti dve opruge u nizu. Razmotrimo ulegnuti kabel u kojem su krajevi razvučeni jedan od drugog. Deo obezbeđenog otpora je geometrijski zato što je ulegnuće smanjeno: ova krutost je $12H/\{1(mgl/H)^2\}$. Ostali deo otpora je aksijalna krutost i kvantifikovana je izrazom poput EA/l .

Kombinacija ova dva efekta je očigledna u λ^2 . Ali uglavnom opisni izraz oblika mgl/H određuje veličinu λ^2 . Za metalne kablove kao što su čelični, dilatacije merene sa H/EA , su male, ali $(mgl/H)^2$ je još manje za zategnuti prav kabel. Stoga λ^2 je malo i postaje sve manje kako materijal kabla postaje istegljiviji. Takav se kabel mora rastegnuti da bi se odupro nanetom opterećenju, ali ovo istezanje je drugog reda u dodatnom izvijanju, tako da su promene prvog reda u zatezanju odsutne. S druge strane, kada je mgl/H osetno, recimo, približno jedinici kao što će to biti slučaj kod kablova visećih mostova, λ^2 je tipično veliko, i onda se relativna neistegljivost tipična za metalne kablove jasno manifestuje. Dodatno zatezanje se sada može javiti i u članovima prvog reda zato što opterećeni kabel može

usvojiti novi oblik koji ne mora obavezno zavistiti od promena u njegovoj dužini. Ove razlike će postati jasnije, ali možemo reći da se većina kablova od konstruktivne važnosti nalazi unutar ovih granica.



Slika 3 – Upoređivanje teorije i eksperimenta za ugib na sredini raspona

Bez daljeg udublivanja u problematiku, a radi njenog opravdanja, potrebno je istaći da linearizovane teorije rade samo na lančanicama kod kojih su krajevi nepomerljivi, i kod kojih se ne očekuju veliki ugibi. Svaki ozbiljniji projekat sa lančanicama, zahteva nelinearan tretman, jer odstupanja kod ovih sistema mogu biti ogromna, što je pokušano ilustrovati na slici 3.

3. DINAMIKA LANČANICE

Tretiranje problema vibracija kabla ima dugu istoriju. Datira još od antičkih Grka, koji su primetili nastajanje zvukova usled vetra. Pitagora je sa svojim sledbenicima bio žudno zainteresovan za vibracije žice i razumevanje barem kvalitativnog odnosa između visine note i zatezanja, dužine i mase žice koja ga je proizvodila.

Osnovne zakone koji su opisivali vibracije zategnute žice pronašao je eksperimentalno Mersenne i zapisao ih 1636. Usledili su vekovi istraživanja ove tematike. Krunski uspeh bila je Bernoulli-jeva kontraverzna demonstracija 1755. u kojoj je objasnio da složena vibracija može biti razbijena na nezavisne konstitutivne oblike. Na ovome je utemeljena dinamika konstrukcija.

Tako su do 1820. postojala tačna rešenja za linearne vibracije homogenog kabla, za geometriju koja je predstavljala ograničene oblike lančanice. Ali nisu postojali rezultati za kabel kod koga odnos ugiba i raspona nije nula ili beskonačno. U tom trenutku tema je izgleda bila ostavljena na tome, sve do 1941. kada su Rannie i von Karman nezavisno došli do rezultata za simetrične i nesimetrične oblike u ravni neistegljivog kabla preko tri raspona. U radu iz 1945. Vincent proširuje ovu analizu uključujući efekte elastičnosti za simetrične oblike. Ipak, posmatrajući statiku kabla dubokog profila, opšti stav je bio da oblici vibracija neće biti pogođeni istegljivošću kabla. Opširnije studije su nažalost bile uslovljene otkazom mosta *Tahoma Narrows*, prikazanog na slici 4.

Protivrečnosti su bile očigledne. Po teoriji koja isključuje istegljivost kabla iz analize, frekvencija prvog simetričnog tona je $2,86\pi$, dok je odavno poznato da frekvencija prvog simetričnog tona transversalnih vibracija zategnute žice je π .

U nedavnim godinama bilo je nekoliko analitičkih studija, sve izvedene nezavisno i sa različitim ciljevima, koje su sposobne da demonstriraju da ubrajanje istezanja kabla razrešava dilemu.



Slika 4 – Rušenje mosta Tahoma Narrows

Rad koji su napisali Luongo i Rega, osvrćući se na ove rezultate, pokazuju da ovaj pristup generalno daje dobra slaganja sa mnogo sofisticiranijim numeričkim metodama.

4. ELEMENTI TEORIJE VISEĆIH MOSTOVA

Prema teoriji deformacija, ravnoteža dela grede i kablova je izražena u formi:

$$-\frac{d^2}{dx^2} \left(EI \frac{d^2 w}{dx^2} \right) + 2(H + h) \frac{d^2 w}{dx^2} = -p - 2h \frac{d^2 z}{dx^2}$$

sa

$$\frac{hL_g}{EA} = \int \left(\frac{dz}{dx} \right) \left(\frac{dw}{dx} \right) dx + \frac{1}{2} \int \left(\frac{dw}{dx} \right)^2 dx.$$

Analitička rešenja obiluju za mostove jednog ili više visećih raspona. Prirodno, rešenja rastu u svojoj kompleksnosti kako variraju osobine raspona i interakcija stubova, i ako je i geometrijska nelinearnost uključena, brzo se stiže do tačke na kojoj analitička rešenja nisu vredna izvođenja, čak i ako se mogu naći.

Stoga je trenutna praksa, dobijena konsultujući kompanije uključene u projektovanje i izvođenje konstrukcija velikih visećih mostova, obimno korišćenje numeričkih tehnika. Ovi pristupi su široko navođeni u tehničkoj literaturi.

4.1. Aeroelastična stabilnost visećeg mosta

Iako je aeroelastična teorija ustanovljena pre manje od tri decade, njeno polje prvenstvene upotrebe bilo je odizanje površine aviona. Pad mosta Tacoma Narrows navelo je inženjere da shvate da osim ako adekvatne predostrožnosti ne budu preduzete, štetne performanse mogu se očekivati u mnogim fleksibilnim konstrukcijama izloženih okruženju pokretnog fluida. Dugačke serije testova u aerotunelima su sprovedene, da bi se utvrdio uzrok otkaza, kao i predložila poboljšanja, prvenstveno u oblikovanju poprečnog preseka i dodavanja torziona krutosti kolovozu. Takvi testovi u aerotunelima na umanjenim modelima danas su esencijalni sastojak u projektovanju velikih mostovskih konstrukcija.

Trenutna istraživanja su aktivna u mnogim poljima aeroelastičnosti, kakva su vrtložno rasipanje, *buffering*, *galloping* i flater (flutter). Svi imaju različita značenja, ali su više ili manje povezana sa zajedničkom predstavom da

je kretanje izazvano silama koje i same zavise od tog kretanja. Širok spektar konstrukcija je podložan vibracijama izazvanih strujanjem, koji uključuje viseće mostove, sisteme za sidrenje, električne vodove, cevi napunjene fluidom, dimnjake i čak vitke višespratne zgrade. To je oblast u kojoj teorija i eksperimenti idu ruku uz ruku, jer analiza obično zavisi od eksperimentalno određenih aerodinamičkih koeficijenata kao i koeficijenata dinamike fluida.

Teorija o kojoj sada pričamo je manjkava nemogućnošću korišćenja preciznih aerodinamičkih informacija. Ovo je neizbežna posledica neophodnosti tretiranja pojedinačnih mostova kao pojedinačne mostove : osobine mosta i lokacije su previše promenjive da bi ijedna teorija bila odbranjena kao opšta. Pored toga, prisutni pristup predstavlja prvi prolaz u problemu, i jednostavne formule koje rezultuju omogućavaju preliminarnu procenu.

Kao najveći problem visećih mostova u godinama njihove upotrebe, prepoznat je fenomen koji kod nas nije preveden i zovemo ga flater. Ovaj rad svojim limitiranim obimom ne dozvoljava prikazivanje ni osnovnih jednačina problema, ali suština je u tome da usled zaokretanja mosta, vetar počinje da deluje na veću površinu nego što je bočna površina mosta. Sa vetrom koji duva, torziona frekvencija se smanjuje, dok vertikalna ostaje ista. Kako se brzina vetra povećava, dolazi se do situacije u kojoj je $\omega^* = \omega 2$. U ovom slučaju u jednačini kretanja postoji forsirajući član iz torzionog kretanja, čija je frekvencija identična frekvenciji vertikalnog kretanja. Ovo dovodi do rezonancije u vertikalnom kretanju. Kolovozna ploča se podvrgava uparenim vibracijama (velike amplitude) na zajedničkoj frekvenciji. Ovo se naziva flater. Lako se pokazuje da se kritična brzina povećava kako se razmak između kablova povećava u relaciji sa širinom ploče, kako se masa ploče povećava, ili kako se raspon smanjuje.

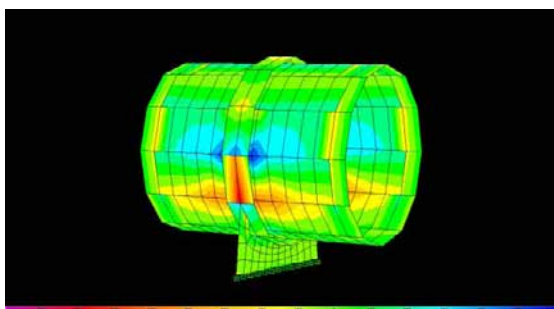
5. PROJEKAT INSTALACIONOG VISEĆEG MOSTA

Na primeru instalacionog mosta koji treba da prevede dve cevi naftovoda prečnika 1,5 metara, i obezbedi revizione staze sa obe strane cevi, prikazan je potreban statički tretman lančanica, koji zahtevaju kako naši, tako i evropski propisi. Most je raspona 44 metra (slika 5), izrađen od čelika S235 i S355. Dva stuba su rešetkasta, visine 8 metara, i oslonjena na pokretna ležišta. Ispod stubova su po dva temelja samca, povezana gredama, a kablovi su unkerisani i AB anker blokove specifičnog oblika.

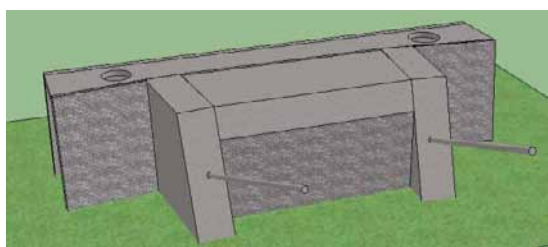


Slika 5 – Model mosta izrađen u SAP-u 2000

Most je modeliran u SAP-u 2000. Napomena je da ovakve konstrukcije ne mogu biti modelirane u Tower-u 6. Statička analiza je nelinearna, pa su stoga kombinacije opterećenja bila unapred zadate, i relevantnih postoji 25. Pored stalnog opterećenja, opterećenja vetra, fluida, temperature, seizmičkog dejstva po EC8 i nesimetričnog dejstva fluida (samo 1 cev puna), postoji i opterećenje od unapred unete sile u kablove. Nazvano je TARGET. Naime, ova specifična vrsta mosta iako zbog nepostojanja ploče, nema problema sa flaterom, svoju krutost zapravo crpi iz geometrijske matrice krutosti, ili lepše rečeno, iz ogromnih sila zatezanja u kablovima. Te sile u maksimumu iznose 1800kN. Još jedna specifičnost je što sama cev igra ulogu krute grede, pa stoga podužna rešetka nije prostorna, već ravanska. Posebni detalji veze su posebno modelirani u SAP-u sa odgovarajućim konačnim elementima jedan od njih je prikazan na slici 6.



Slika 6 – jedan od detalja veze – oslonac cevi



Slika 7 – spoljašnji izgled AB ankernog bloka

Armirano betonski anker blok u koji su uankerisane zatege je takođe prednapregnut, da u njemu ne bi došlo do zatezanja i razvoja prslina. U njemu se nalaze otvori i prostor za reviziju kotvi.

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad nije tretirao jedan fenomen i sudio o njemu koliko je za cilj imao da predstavi što unificiraniju i sveobuhvatniju teoriju lančanica i sistema sa njima. Tako da zaključak ovog rada može biti jedino ukazivanje na elegantnost i veliki kapacitet nosivosti konstrukcija sa lančanicama, kako kod mostova, tako i kod drugih konstrukcija. U našoj zemlji sada postoji samo mizeran broj mostova ovog sistema sa opravdanjem da je ovaj sistem optimalniji za veće raspone, ali i sa neoborivom činjenicom da građevinska literatura iz ove oblasti na sprskom gotovo da ne postoji.

7. LITERATURA

- [1] H.M. Irvine and J.H. Griffin, "On the dynamic response of a suspended cable", *Earthquake Engineering and structural Dynamics*, Vol. 4, pp. 389–402, 1976.,
- [2] A. Luongo, G. Rega and F. Verstroni, "Monofrequent oscillations of a nonlinear model of a suspended cable", *J. of Sound and Vibration*, Vol. 82, pp.247–259, 1982.,
- [3] Eurocode 3 – Final Draft prEN 1993 (December 2003): Design of steel structures – Part 1.8: Design of joints, CEN (svi delovi: 1- 11),
- [4] B.Zarić, B.Stipanić, D. Buđevac, Čelične konstrukcije u građevinarstvu, IRO Građevinska Knjiga,
- [5] D. Buđevac, Čelične konstrukcije u zgradarstvu, Građevinska knjiga, 1992, Beograd,
- [6] D. Buđevac, Metalni mostovi, Građevinska knjiga, 1992, Beograd,
- [7] Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom od 1992. god – Osnove proračuna građevinskih konstrukcija – Opterećenje vetrom – JUS U.C7.110,111,112, Službeni list SFRJ br. 70/91.
- [8] Zbirka Jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije – Dejstva na konstrukcije – knjiga 1, Građevinska knjiga, Beograd, 1990.
- [9] Beton i armirani beton prema BAB `87, 1 Osnove proračuna i konstruisanja, 2 Primeri i prilozi, Univerzitet u Beogradu, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.

Kratka biografija:



Dorđe Jovanović rođen je u Novom Sadu 1988. godine. Nakon završenog prirodnog smera u gimnaziji "Jovan Jovanović Zmaj" sa Vukovom diplomom, 2006. Upisuje građevinski fakultet. Fakultet je završio sa prosečnom ocenom 9,26, a bachelor rad iz oblasti građevinarstva odbranio je 2011.god. Kao predmet svog interesovanja na master studijama izabrao je čelične konstrukcije.

ANALIZA POUZDANOSTI PROCENE BRZINE VOZILA I RASTOJANJA OD STRANE SVEDOKA U SUDSKOM POSTUPKU**RELIABILITY ANALYSIS OF VEHICLE SPEED AND DISTANCE ESTIMATION OF EYEWITNESSES IN A COURT PROCEDURE**

Maja Vidić, Svetozar Kostić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršeno je istraživanje pouzdanosti procenjene brzine kretanja vozila i rastojanja od strane svedoka u sudskom postupku. Prikazana su realna merenja brzine i rastojanja, kao i subjektivna ocena istih. Merni aparati korišćeni za istraživanje su GPS uređaj i Laserski daljinometar.

Abstract – In this paper the research on reliability of estimation in a car accident eyewitness testimony is presented. The real measurements of speed and distance, as well as their subjective evaluation, are performed. The GPS device and Laser rangefinder have been used for the purposes of this research.

Cljučne reči: Percepcija brzine i rastojanja

1. UVOD

Saobraćajne nezgode predstavljaju veliki problem od društvenog interesa. Pitanje ljudskih žrtava, kao i velikih materijalnih šteta, naveli su današnje socijalne sredine da se posvete detaljnijem proučavanju saobraćajnih nezgoda. Usled nedostatka materijalnih dokaza posle nezgode, informacije se često mogu dobiti i od slučajnih svedoka saobraćajne nezgode.

Istraživanja obavljena u ovom radu, između ostalog, obuhvataju i veličinu greške subjektivnog osećaja brzine i rastojanja, kao i uticaja pola i vozačkog iskustva na veličinu subjektivne greške.

Cilj istraživanja je da se prikaže pouzdanost podataka o percipiranoj brzini i rastojanju, dobijenih od slučajnih svedoka saobraćajne nezgode, tj. realnost njihovog sagledavanja date situacije i donošenje zaključaka na osnovu viđenog događaja.

Pronalaženje i indentifikovanje tragova i predmeta nezgode vrši se pomoću tri dokaza, a to su: iskazi svedoka, nalaz veštaka određenih profila i materijalni dokazi (tragovi i predmeti saobraćajne nezgode). Materijalni tragovi predstavljaju objektivni dokaz, koji omogućava pravilno zaključivanje o uzroku nezgode. Pored njih, iskazi svedoka olakšavaju veštačenje i kod određenih situacija povećavaju dokaznu snagu nalaza veštaka.

Centralno mesto u psihologiji postupka zauzima ocena verodostojnosti iskaza. Pogrešne informacije prikupljene od svedoka nezgode, mogu imati uticaja na pravilno zaključivanje i tok sudskog postupka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je prof. dr Svetozar Kostić.

Iz tog razloga neophodno je da se se svaki iskaz svedoka stalno proverava u pogledu njegove verodostojnosti. U tom smislu, primenjuju se dve metode za proveru verodostojnosti iskaza saslušavanog lica [1].

Prva je upoređivanje sadržaja iskaza sa drugim utvrđenim činjenicama, a druga je analiza samog iskaza [1]. Ipak, istraživanje je pokazalo da u saobraćanim situacijama pri opažanju kretanja sa većih rastojanja dolazi do potcenjivanja brzine kretanja. Potcenjivanje brzine kretanja se javlja pri brzini većoj od 50km/h [2].

1.1. Postupci ekspertiza na osnovu iskaza svedoka

Lica koja se smatraju svedocima definisana su u članu 225. zkp. Uglavnom se vrši podela svedoka na tri grupe i to:

- svedoke koji su zapazili karakteristično ponašanje učesnika u nezgodi pre nezgode,
- svedoke koji se izjašnjavaju o uzroku i toku, a nekada i posledicama nezgode,
- svedoke koji se izjašnjavaju o tome šta se na mestu nezgode dogodilo neposredno pre događaja.

2. POSTUPAK ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je vršeno na Bulevaru Evrope u Novom Sadu. U istraživanju je učestvovalo 49 studenata, čiji je bio zadatak da procene prolaznu, dolaznu i odlaznu brzinu vozila, kao i zadata rastojanja. Međusobne konsultacije između studenata nisu bile dozvoljene.

U prvom testu vozilo se kretalo srednjom saobraćajnom trakom, čija se brzina merila i upisivala u anketne listiće. Studenti su procenjivali brzinu vozila sa udaljenosti 2m od kolovozne trake i bili su paralelno postavljeni sa uzdužnom osom kolovoza.

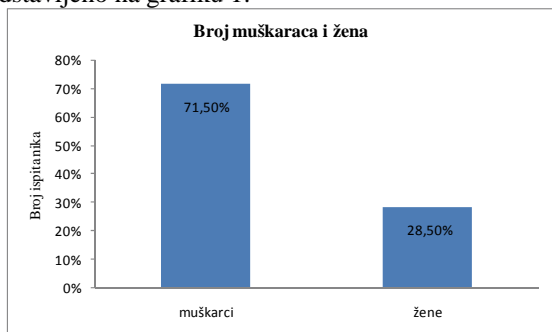
U drugom testu, vozilo se kretalo srednjom trakom, a procenjivana je dolazna i odlazna brzina prilikom prolaska pored mesta označenog čunjem. Studenti su u ovom testu koncentrisani na sredini merne putanje.

U trećem testu, studenti su se izjašnjavali o udaljenosti odabranog objekta iz iste pozicije.

Na vozilu koje je učestvovalo u eksperimentu bio je postavljen GPS uređaj, kojim je merena tačna brzina kretanja vozila. Udaljenost posmatranog objekta merila se laserskim daljinomerom. Podaci dobijeni od ispitanika su dalje obrađeni u programskim paketima MS Excel i Minitab.

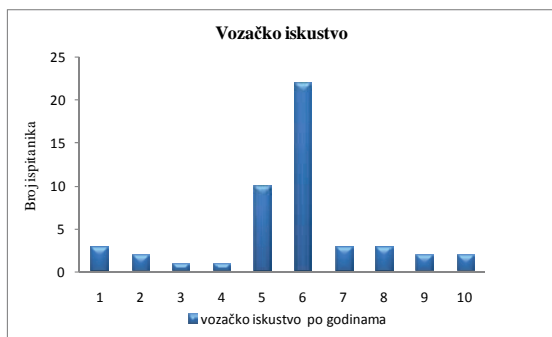
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Od datog broja ispitanika (49) koji su učestvovali u istraživanju 35 sačinjavali su muškarci, a 14 žene, sa vozačkim iskustvom od 0 do 9 godina, što je predstavljeno na grafiku 1.



Grafik 1. Broj muškaraca i žena

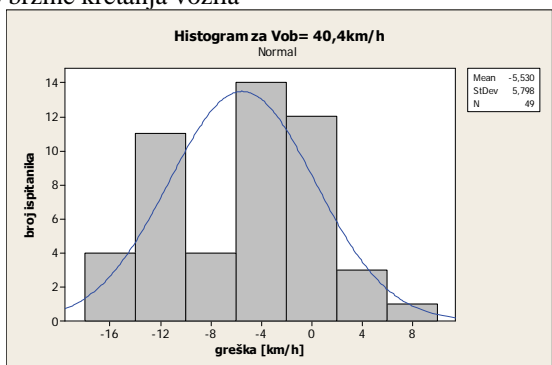
Sa grafika 2. se uočava najveći broj ispitanika, njih 22 je bilo sa 6 godina vozačkog iskustva. Sa vozačkim iskustvom od 5 godine bilo je 10 studenata.



Grafik 2. Vozačko iskustvo ispitanikaka koji su učestvovali u testiranju

3.1. Prvi test

Obavljeno je 16 vožnji test vozilom, sa brzinom kretanja od 30 do 80 km/h. U pojedinim vožnjama ponavljale su se iste brzine kretanja vozila



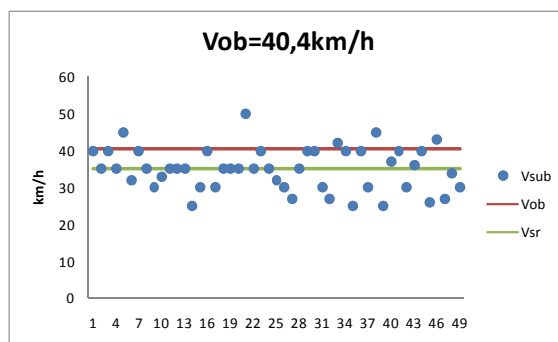
Grafik 3. Zavisnost veličine greške brzine i broja ispitanika za prva četiri merenja

Na grafiku 3 je prikazana zavisnost između veličine subjektivne greške procenjene brzine kretanja vozila i broja ispitanika. Grafikom su obuhvaćeni rezultati za prva četiri merenja. Sa grafika se može konstatovati da se devijacija na osnovu greške subjektivne procene u odnosu na objektivnu brzinu kretanja vozila, kreće u granicama od 5,8 – 9,4 km/h.

Kod brzine kretanja vozila od 40,4 km/h, 12 ispitanika (24%) je procenilo da se vozilo kreće tačnom brzinom, 35 (71,5%) procenilo je manju brzinu od stvarne, a samo 7

(14%) ispitanika je procenilo, da je brzina veća od realne brzine kretanja test vozila.

Na sledecim grafiku može se uočiti razlika, između objektivne brzine kretanja test vozila i srednje vrednosti procene brzine od strane ispitanika. Kao dodatak data je i subjektivna ocena brzine svakog ispitanika ponaosob.

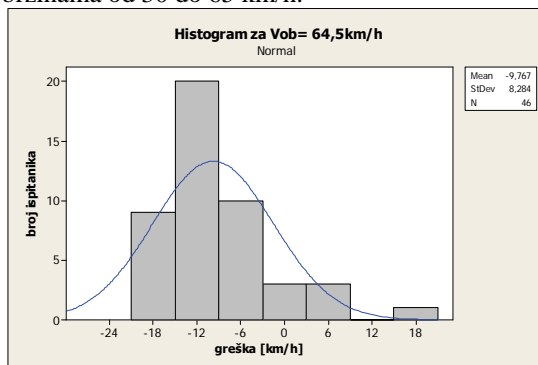


Grafik 4. Srednja i pojedinačena subjektivna brzina vozila za objektivnu brzinu od 40,4km/h

Na grafiku 4, za objektivnu brzinu od 40,4 km/h, prosečna srednja brzina procene ispitanika manja je od stvarne za 5,5 km/h. Subjektivni osećaj ispitanika u ovom slučaju je manji od stvarne brzine kretanja test vozila.

3.2. Drugi test

Drugi deo testa odnosi se na subjektivnu procenu brzine kretanja test vozila u dolasku i odlasku u odnosu na poziciju ispitanika. Ukupno obavljeno je 14 test vožnji, pri brzinama od 30 do 65 km/h.



Grafik 5. Zavisnost veličine greške brzine i broja ispitanika za prva četiri merenja dolazno-odlazne brzine

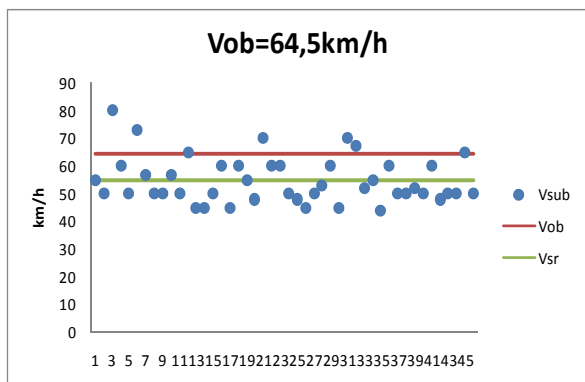
Na grafiku 5 prikazana je zavisnost između veličine subjektivne greške brzine kretanja vozila i broja ispitanika. U ovom testu se radi o grešci procene ispitanika dolazne i odlazne brzine kretanja test vozila. Grafikom su obuhvaćeni podaci za prva četiri merenja.

Sa grafika se može konstatovati da se devijacija na osnovu greške subjektivne procene u odnosu na objektivnu brzinu kretanja vozila, kreće u granicama od 5,18 – 11,06 km/h.

Pri brzini kretanja vozila od 64,5 km/h, 3 ispitanika (6,1%) je procenilo da se vozilo kreće tačnom brzinom, 39 (79,6%) je procenilo manju brzinu od stvarne, a samo 7 (14,3%) ispitanika su procenili, da je brzina veća od realne brzine kretanja test vozila.

Porast brzine kretanja vozila ne može se povezati i sa linearnim porastom srednje subjektivne greške, jer su za slične objektivne brzine 46,9 km/h, 46,4km/h, prosečne

subjektivne greške brzine iznosile 8,4 km/h i 6,8 km/h. U ovom istraživanju, najveća subjektivna greška brzine kretanja je 11,1 km/h, za brzinu vozila od 55,6 km/h. Kod ovog dela istraživanja, ispitanici su češće grešili tako što su se izjašnjavali o brzini, kao manjoj od stvarne.

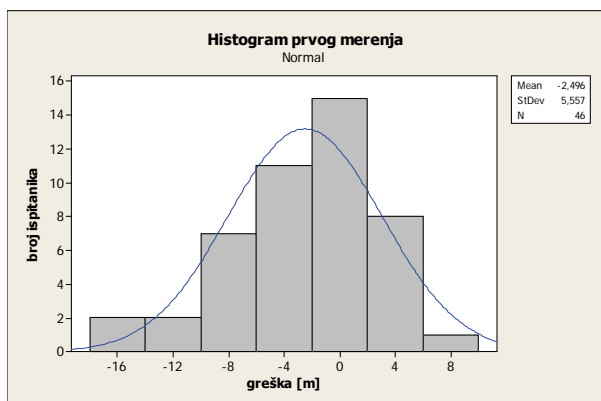


Grafik 6. Srednja i pojedinačena subjektivna brzina vozila za objektivnu brzinu od 64,5km/h

Za grafik 6. za objektivnu brzinu od 64,5km/h, prosečna srednja brzina procene ispitanika iznosi 54,7 km/h. Subjektivni osećaj ispitanika u ovom slučaju je manji od stvarne brzine kretanja test vozila za 9,8 km/h.

3.3. Treći test

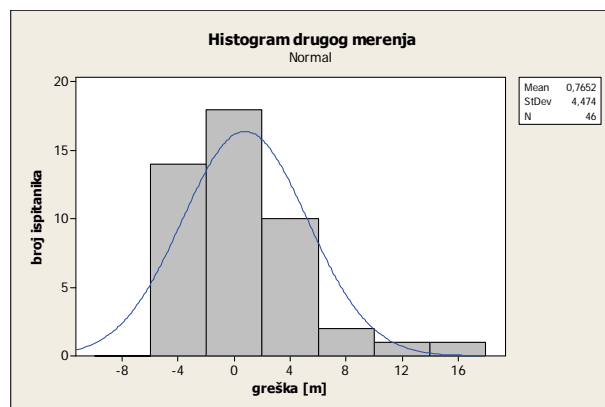
U trećem testu zadatak ispitanika je bio da procene udaljenost od sebe do zadatog objekta. Svi ispitanici su posmatrali sa iste tačke osmatranja, na jednakim udaljenostima od objekta. Objekat posmatranja se nalazio u pravcu gledanja ispitanika, bez ikakvog ometanja preprekama ili sl. Zadati objekti su bili zgrada, automobil, kanta, lice koje miruje i saobraćajni znak.



Grafik 7. Odstupanja subjektivne greške ispitanika za rastojanje od 34m

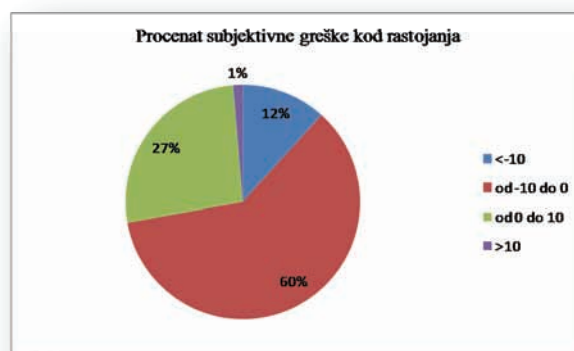
Sa grafika 7. može se zaključiti da je najveći broj ispitanika 15 (32,6%) procenio tačno rastojanje od zadate tačke (mesto stajanja ispitanika) do zadatog objekta (zgrade). Manje rastojanje od stvarnog procenio je 22 (47,8) ispitanika, dok je preostali deo ispitanika 9 (19,6%) procenio veće rastojanje od stvarnog.

Sa grafika 8 može se zaključiti da je najveći broj ispitanika 18 (39,1%) procenio tačno rastojanje od mesta posmatranja od zadate tačke (automobila).



Grafik 8. Odstupanja subjektivne greške ispitanika za rastojanje od 20m

Manje rastojanje od zadatog procenio je 14 (30,45%) ispitanika, dok je isti broj 14 (30,45%) ispitanika procenio veće rastojanje od stvarnog.



Grafik 9. Procenatno prikazana odstupanja subjektivne greške u metrima u odnosu na realne veličine svih izmerenih rastojanja

Na grafiku 9. prikazan je procenat veličine subjektivne greške za sva merena rastojanja. Može se uočiti da je subjektivna procena 87% ispitanika, najviša u granicama odstupanja do 10 m. Dok je 13% ispitanika, subjektivno procenio grešku veću od 10 m.

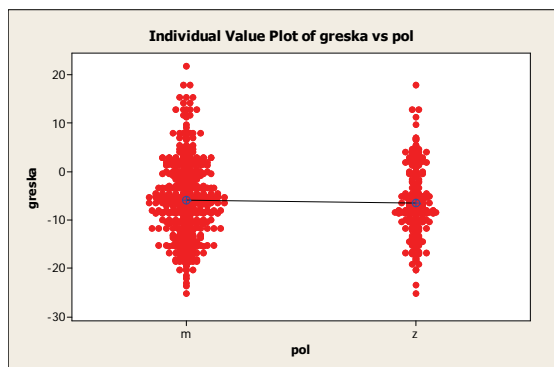


Grafik 10. Procenatno prikazana standardna devijacija za zadata rastojanja u metrima

Na grafiku 10. prikazana je standardna devijacija. Može se uočiti da se odstupanja povećavaju sa povećanjem

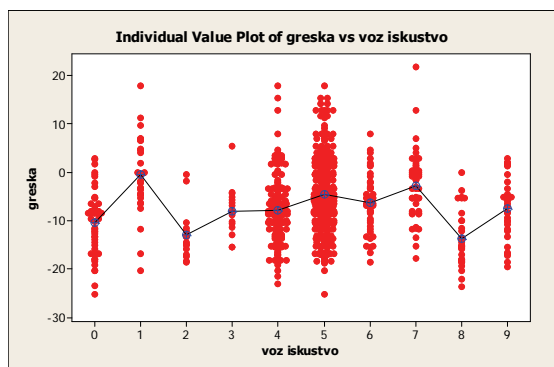
rastojanja, tako su najmanja ostupanja zabeležena, na rastojanju od 17,07m, a najveće na rastojanju od 72,3m.

3.4. Upoređivanje grešaka prema polu ispitanika



Grafik 11. Uticaj pola na veličinu subjektivne greške brzine kretanja vozila

Uticaj pola na subjektivnu ocenu ispitanika prikazan je na grafiku 11. Analizom Avno-a testa utvrđeno je, da pol nema uticaja na veličinu greške u proceni brzine kretanja vozila, tj. muškarci i žene približno isto greše. Taj zaključak je dobijen jer je $P=0,340$. Hipoteza se ne odbacuje za sve vrednosti P veće od $0,005$ ($P>0,005$) i one se prihvataju kao tačne.



Grafik 12. Uticaj vozačkog iskustva na veličinu greške ispitanika

Vozačko iskustvo ima uticaj na veličinu greške ispitanika kako kod muškaraca tako i kod žena, jer je $P=0$ ($<0,005$) i samim tim hipotezu odbacujemo. Tvrdnja je predstavljena grafikom 12.

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad za cilj ima analizu pouzdanosti procene brzine kretanja vozila i rastojanja na osnovu iskaza svedoka u sudskom postupku. U sklopu rada je izvršeno istraživanje i dobijeni rezultati su prikazani grafički. Istraživanje je podeljeno na tri testa, od kojih prvi test i drugi test imaju 16 različitih vožnji, a u trećem testu je izvršeno 5 merenja.

Analizirajući iskaze subjektivne brzine svedoka i upoređujući ih sa objektivnim brzinama, može se zaključiti da podaci pokazuju znatna odstupanja. Ne mogu se objediniti svi iskazi u jednoj statistici koja bi važila za svaki uopšteni iskaz.

Na osnovu analize rezultata izvršenih istraživanja može se zaključiti da:

- procentualno više ispitanika subjektivno ocenjuju brzinu manjom od stvarne, tj. objektivne brzine;
- sa porastom objektivne brzine ne dolazi i do zavisnog porasta veličine subjektivne greške ispitanika;
- greška procenjene brzine od strane ispitanika oscilira u granicama ± 11 km/h;
- standardna devijacija ne povećava se sa povećanjem veličine brzine, već je za sve brzine ona u sličnim granicama. Najveća standardna devijacija zabeležena je za brzinu od 55,36 km/h, a iznosi 11,06 km/h;
- sa porastom rastojanja dolazi do porasta subjektivne greške ispitanika;
- subjektivna procena ispitanika (87%) je u granicama odstupanja do 10 m;
- porastom rastojanja dolazi do povećanja oscilacija standardne devijacije;
- pol nema uticaj na veličinu subjektivne greške ispitanika, tj. i muškarci i žene podjednako greše u proceni;
- vozačko iskustvo ima uticaj na veličinu greške, tako što ispitanici sa više godina vozačkog staža preciznije procenjuju brzinu;
- testom avno-a utvrđeno je da se ne može pouzdano odrediti do koliko će ispitanici pogrešiti u proceni brzine.

U sudskom postupku je iskaze svedoka o brzini kretanja vozila i rastojanjima od predmeta potrebno uzeti sa velikom rezervom i naknadno svaki ponaosob proveriti, zbog nemogućnosti utvrđivanja jedinstvene statistike do koje granice bi greške mogle da osciliraju.

5. LITERATURA

- [1] Sudska psihologija 1983, Dr Mihajlo Aćimović
 [2] S. Milošević saobraćajna psihologija

Kratka biografija:

Maja Vidić rođena je u Sarajevu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Tehnika bezbednosti i kontrole saobraćaja odbranila je 2012.god.

Dr Svetozar Kostić rođen u Pevljima 1949. god. Doktorirao je na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu 1989.godine, a od 1992.god radi na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

ПОЛИЦИЈСКЕ ПРОЦЕДУРЕ У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**POLICE PROCEDURE IN TRAFFIC SAFETY**Сања Врдољак, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област- САОБРАЋАЈ**

Кратак садржај – Улога саобраћајне полиције у безбедности саобраћаја је веома значајна. Контрола саобраћаја и саобраћајна принуда спадају међу најзначајнијим активностима у безбедности саобраћаја. У раду је истакнут значај дефинисања процедура у полицијским активностима у безбедности саобраћаја.

Abstract – *The role of traffic police in road safety is very important. Traffic control and traffic enforcement are among the most important activities in road safety. The paper emphasizes the importance of defining the procedures in police activities in road safety.*

Кључне речи: *Саобраћајне незгоде, анализа прописа.*

1. УВОД

Безбедност саобраћаја не сме се схватити као научна дисциплина која износи само прост збир резултата, односно сазнања о саобраћајним незгодама. Ова научна дисциплина користи и повезује резултате до којих се дошло и у другим научним дисциплинама, повезује их са сопственим и тако заокружује у сасвим јасно детерминисану целину. Због тога је изузетно корисно и потребно унапређивати сарадњу и ангажовање других научних дисциплина, те користити информације и информационе системе као веома значајан ресурс и логистику.

Квалитетна информациона основа је неопходан предуслов за доношење квалитетних одлука, уочавање димензије проблема, примену проверених методолошких поступака, повезивање сазнања из разних подручја, рационално коришћење људских, техничких и финансијских средстава и уопште за ефикасно реаговање друштва. Део информационог система који се односи на подручје учесника у саобраћају и на подручје саобраћајних незгода, поред непотпуности карактерише и разједињеност у том смислу што се подаци налазе на више места у различитим евиденцијама које нису међусобно повезане.

Предмет рада јесте упознавање са основним карактеристикама процедура полицијских активности, а посебно евидентирања и обележавања саобраћајних незгода. Циљ рада је да се истакне значај евиденције података у саобраћају и да се представе смернице и процедуре којима службена лица задужена за безбедност саобраћаја треба да се руководе у пракси.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. ЗНАЧАЈ И УЛОГА ПОЛИЦИЈСКИХ**АКТИВНОСТИ У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**

Надлежност саобраћајне полиције је да контролом и принудом непосредно утиче на технолошки процес одвијања друмског саобраћаја. Обе компоненте које имају утицаја на одвијање саобраћаја: контрола и принуда директно су у функцији превенције криминалних понашања, док се у осталим гранама саобраћаја остварују нешто другачији облици безбедносне заштите. На садашњем нивоу развијености друмског саобраћаја у нашим условима опсег послова саобраћајне полиције је врло широк. Садржај надлежности саобраћајне полиције поступно ће се селектовати упоредо са повећањем степена моторизације и са вишим нивоом техничко-технолошке организованости процеса превозења.

Прописи дају многобројне упућујуће норме и одређују обавезе учесника у саобраћају. Наспрам тих очекивања Закон подвлачи општи задатак припадника полиције: да пружи одговарајућу помоћ учесницима у саобраћају. У обраћању истима, саобраћајни полицајац је дужан да поступа примерено. Непримерено је да показује надмоћ, коју већ има с обзиром на право да спроводи контролу, и недопустиво је да тај израз надмоћи вређа достојанство личности учесника у саобраћају. Службени начин комуницирања не допушта да се праве разлике, на основу социјалног или материјалног статуса лица према коме се предузима интервенција. Из интервенције се не може очекивати било каква бенифиција, поготову када ја у питању исход интервенције. Закон уређује права и дужности овлашћених службених лица. Посебно се у основним поставкама безбедности саобраћаја прецизирају релације припадника полиције и учесника у саобраћају, у склопу посебних мера безбедности. С друге стране, учесници у саобраћају обавезни су да поступе у складу са наредбом припадника полиције чак и кад знак или наредба одступају од прописаних правила саобраћаја или саобраћајног знака. Ово су Законом прописане норме понашања две стране које долазе у контакт приликом контроле саобраћаја.

Да би се унапредио рад саобраћајне полиције потребно је да се поред стручних и обучених полицијских службеника, одговарајућих техничких средстава и опреме уведу полицијске процедуре и начин рада саобраћајне полиције према стандардима који владају у земљама ЕУ.

Циљ процедура је да обезбеде смернице и упутства помоћу којих полицијски службеници могу да обављају свој посао у складу са законом, етички и ефикасно. Такође, познавање садржаја процедура може их боље припремити за обављање својих

дужности. Непоштовање садржаја процедура може представљати основ за дисциплински поступак.

3. ПРИРУЧНИК САОБРАЋАЈНИХ ПРОЦЕДУРА САВЕЗНЕ ДРЖАВЕ ВИРѢИНИЈЕ

Приручник политике и процедура саобраћајне полиције који је издало Међународно удружење шефова полиције у сарадњи са Департаманом за безбедност саобраћаја на путевима САД служи за промовисање ефикасног система управљања саобраћајем којим се обезбеђује јавна безбедност, смањује број саобраћајних незгода, обесхрабрују саобраћајни прекршиоци, потискују криминалне активности и убрзава проток саобраћаја.

3.1 Прилазак прекршиоцу у саобраћају

Циљ ове одреднице је да постави смернице за заустављање и прилажење прекршиоцима у саобраћају на начин који је безбедан по службено лице, возача и општу јавност.

Приликом припреме за заустављање возача, службено лице разматра постојеће услове, укључујући – али без ограничења на њих – конструкцију пута, услове на путу, време, осветљење и тренутни проток саобраћаја, како би створило најбезбеднији могући простор за заустављање.

Када је одабран прекршилац који ће бити заустављен, службена лица користе интервентна светла и осталу неопходну опрему на патролном аутомобилу како би спровели заустављање. По заустављању, патролно возило се позиционира на начин који током заустављања пружа максималну заштиту службеном лицу и возилу прекршиоца. Све време, узима се у обзир безбедност службеног лица.

У већини случајева, прекршилац се усмерава да се заустави на крајњи десни део пута. Међутим, службена лица су спремна да се суоче са возачем који се заустави и на другом месту, а који представља потенцијалну опасност.

По покретању заустављања у саобраћају, службено лице, уз мере опреза, обавештава централу о својој локацији и опису возила које је заустављено, укључујући државу регистрације и број таблице. Диспечер потврђује пријем пре него што службено лице приступи возилу преступника.

При приласку возилу прекршиоца, службено лице се односи са опрезом и позиционира се на месту безбедном за успешну комуникацију са возачем с погледом на било које друго лице које се налази у аутомобилу.

Службена лица су свесна да их заустављање у саобраћају може довести до високо ризичне ситуације у било које време.

Приликом обраћања прекршиоцу, службена лица одају имиџ професионалности и поступају са возачем љубазно и са поштовањем.

То обухвата поздрављање, лично представљање именом и чином, навођење разлога за заустављање и тражење возачевих исправа. Током контакта, службена лица су свесна да може бити присутна криминална активност која није у вези са заустављањем и као резултат може довести до примењивања додатне акције.

3.2 Противмере према возачу са ограниченом способношћу

Циљ ове одреднице јесте да постави смернице за спровођење програма противмера према возачу са ограниченом способношћу.

Одељење прописује свим службеним лицима специјалну обуку вежбе у вези са уклањањем возача са ограниченом способношћу са пута. Службена лица се обучавају за откривање, хапшење, спровођење и правна питања која се односе на возача са ограниченом способношћу. Обука може обухватати руковање инструментима за хемијско тестирање, дроге које ограничавају способност војње, медицинска стања која се погрешно могу сматрати интоксикацијом и привођење возача са ограниченом способношћу.

Службена лица имају вештину да препознају и идентификују понашање возача које је карактеристично за возача са ограниченом способношћу. Ово подразумева познавање смерница за препознавање моториста са ограниченом способношћу. Када је возач са ограниченом способношћу приведен, службена лица имају могућност да прикупе довољно доказа који се подносе судској ревизији.

Одељење развија план за селективну расподелу службених лица у саобраћају за оно време и она места на којима се догодио знатан број незгода и/или хапшења возача са ограниченом способношћу. План разматра сарадњу са осталим агенцијама за примену закона како би се проширио опсег операције. Одељење ревидира све истраге које се односе на саобраћајне незгоде у вези са алкохолем/дрогом и врши анализу ради утврђивања фактора који доприносе овим незгодама и ради прикупљања селективних података за примену.

Примењујући одговарајуће методе, службена лица спроводе, тамо где закон одобрава, селективне провере на путу у сврху спречавања; ригидно спроводе силу код војње ограничене законима о интоксикацији и осталим законима који забрањују употребу алкохола и дрога на путу; и припремају правно процесуирање преступника.

Службена лица усвајају темељно знање о препознавању возача са ограниченом способношћу; војњи која се примењује током интоксикације, укључујући и малолетне возаче и возаче комерцијалних возила; судским одлукама; доказима; имплицитним законима о нагодби; законима о суспензији административне дозволе; алатима за примену закона; писању извештаја; истрази која следи и презентовању на суду како би се возач са ограниченом способношћу успешно процесуирао. Основа знања се побољшава периодичним програмима обуке.

3.3 Поступање при саобраћајној незгоди

Циљ ове одреднице је да постави смернице за службена лица да правилно одговоре на саобраћајну незгоду.

Одељење развија писану директиву која захтева реаговање на све видове саобраћајних незгода. Кад год се од особља одељења тражи да реагује на

озбиљне или сложене саобраћајне незгоде, службена лица морају бити спремна за руковођење интервентним услугама, чување места незгоде, истраживање, бележење и прикупљање доказа, надгледање уклањања свих остатака на путу који су резултат незгоде и за успостављање нормалног тока саобраћаја.

Када се од особља одељења тражи да реагује на мање озбиљне незгоде, службена лица се ослањају на политику одељења која утврђује размеру реаговања. Када пракса дозвољава, место незгоде истражује истражно особље, а основни подаци се прикупљају и бележе чак и када се незгода не истражује формално. Истраживање незгоде може се привремено обуставити или одложити у случају неповољних временских услова или изузетно загушеног саобраћаја.

Службена лица су посебно упозната са ризицима да полицијска возила буду ударена одназад док се налазе заустављена на месту незгоде, као и да службена лица буду ударена док стоје или раде на путу. Они предузимају одговарајуће мере предострожности, укључујући ношење одеће од светлећих материјала и опрезност у вези са саобраћајем из свих праваца. Чим пракса дозволи, а да се при том не омета скупљање доказа са стране, полицијска возила се померају на локације удаљене од пута, а интервентна светла се гасе, пошто под одређеним околностима могу имати хипнотишући ефекат на возаче, нарочито на оне са ограниченом способношћу.

3.4 Локација саобраћајне незгоде

Циљ ове одреднице је да постави смернице за одговорност на локацији саобраћајне незгоде.

Сва службена лица су обучена за руковођење и истраживање саобраћајних незгода. По доласку на место незгоде, једна од главних дужности службеног лица јесте заштита локације и спречавање погоршања стања. Када је потребно да више него једно службено лице реагује на локацији саобраћајне незгоде, одељење се служи писаном директивом која је надлежна за локације незгода како би се осигурало да су остварени сви задаци.

Службена лица су спремна да пруже основну (или захтевније, уколико су овлашћена) прву помоћ, осим уколико квалификована спасилачка служба не дође да збрине повређене. Службена лица су обучена да препознају стварне или потенцијалне ризике од ватре на месту незгоде, и спремни су за избављање људи из опасности и за позивање ватрогасне службе кад је потребно. У случају да се на локацији незгоде нађу опасне материје, службена лица предузимају акције како би заштитили себе, идентификовали материје, изоловали област, евакуисали непотребно особље и пружили техничку подршку.

При истраживању локације незгоде службена лица, укратко, разговарају са возачима и сведоцима, испитују стање возила, обележавају ознаке на путу и крхотине, записују временске услове, надгледају опрему за контролу саобраћаја, омогућавају размену информација међу учесницима незгоде и, уколико је потребно, фотографишу и означавају локацију незгоде.

У складу са законима и правилима у оквиру своје јурисдикције, од службених лица се очекује да покрену одговарајуће акције када истрага о саобраћајној незгоди пружи довољно доказа за издавање налога који терете било ког возача или пешака који је починио прекршај.

С времена на време, може бити потребна додатна истрага. Особље поседује довољно знања о расположивим ресурсима стручне реконструкције незгоде и техничком особљу које помаже када је потребно у сложеним или озбиљним незгодама. Службена лица сматрају овакве локације као потенцијална места злочина.

Службена лица нарочито воде рачуна о томе да се имовина учесника или жртава у незгоди не изгуби или не украде. Када је потребно, службена лица уклањају имовину власника који нису способни да воде рачуна о својим стварима. Сва имовина се прописно пописује и похрањује док власник није у стању да је преузме.

3.5 Потера за возилом

Циљ ове одреднице је успостављање смерница за доношење одлука у вези са потером за возилом.

Одлука о започињању потере се заснива на закључку службеног лица које спроводи потеру да је непосредна опасност од потере по службено лице и јавност мања од непосредне или потенцијалне опасности по јавност у случају да осумњичени остане на слободи. Било које службено лице за спровођење закона у овлашћеном интервентном возилу може покренути потеру за возилом када осумњичени испољава намеру да избегне хапшење одбијањем да се заустави када му је прописно тако наложено. Потера такође може бити оправдана уколико службено лице основано сматра да би осумњичени, уколико му се дозволи да оде, представљао опасност по здравље људи или узроковао озбиљну повреду.

Сви поступци интервентног возила обављају се у строгој сагласности са саобраћајним законима и прописима који се примењују. По укључивању у потеру, полицијско возило у потери активира одговарајућу опрему за упозоравање. По укључивању у потеру, службено лице обавештава службу комуникације о локацији, правцу и брзини потере; опису возила за којим се врши потера и о иницијалној сврси заустављања. Службено лице одржава комуникацију ажурираним подацима о потери. Особље за комуникације обавештава било ког слободног надзорног органа о потери, покрива радио сигнал не-интервентног саобраћаја и преноси потребне информације осталим службеним лицима и надлежнима. Када је укључено у потеру, службено лице не вози безобзирно у односу на сопствену безбедност и безбедност осталих учесника на путу. Осим уколико околности не захтевају другачије, потера се састоји од не више од два полицијска возила: примарне и секундарне јединице. Сво остало особље остаје изван потере, осим уколико им од стране надзорног органа није наређено да учествују. Примарна јединица у потери постаје секундарна када се возило за којим се врши потера надгледа из ваздуха или када се другој јединици не додели примарна одговорност. Службена лица углавном не врше

потеру паралелним улицама осим уколико их није овластило надзорно лице или када је такву операцију могуће извршити без основане опасности по остали моторни и пешачки саобраћај. Када је изводљиво, патролне јединице које су на располагању, а које имају најистакнутије ознаке и интервентна светла су те које се користе за потеру, првенствено као примарна јединица. Када потрагу започне друга, неозначена патролна јединица, таква јединица се повлачи када означена јединица постане расположива. Мотоцикли се у потери могу користити у хитним околностима и када временски и остали услови то дозвољавају. Повлаче се када подршка од стране означене патролне јединица постане расположива.

3.6 Блокаде на путу

Циљ ове одреднице је да постави смернице за планирање и примену блокада на путу у најбољем интересу по јавну безбедност.

Одељење ствара и одржава сложену процедуру за извршавање блокада на путу у оквиру своје јурисдикције.

Одељење идентификује различите типове блокада на путу, нпр. покретне, фиксне, спољни обруч или контролну тачку. За сваки тип блокаде на путу постоји одређена група инструкција за њихову правилну примену. Јавност се правовремено упозорава, а блокада на путу се конструише на такав начин да остави, под таквим околностима, простор кроз који возила могу пролазити.

Акција примене блокаде на путу има посебан ток и, када је могуће, предузима се претходно планирање на терену. Стратегија блокаде на путу узима у обзир тип блокаде која је неопходна како би се постигао жељени резултат, постављање блокаде тако да задовољи захтеве о јавној безбедности, додатну расположиву опрему и тренутне факторе који могу бити присутни. Околности под којима се примењује блокада су прописно оправдане. О употреби силе се дискутује у процесу разматрања јер одређени аспекти блокаде на путу могу представљати смртоносну или не-смртоносну силу.

Кад год је могуће, надзорна лица унутар ланца команде имају овлашћење за постављање или окончање блокаде. Службено лице је одговорно за одлучивање о типу блокаде, њеној локацији и одговарајућем распореду особља.

Сва службена лица пролазе одговарајућу обуку о техникама блокаде на путу и правилно су опремљена како би одговорили на ситуацију у блокади. Обука обухвата операције о блокади на путу, њихову оправданост, питања употребе силе, коришћење уређаја за дефлацију гуме и остала практична питања у вези са коришћењем блокада на путу.

Покретне блокаде и сличне тактичке интервентне технике се користе при малим брзинама, по одговарајућој обуци, и у крајњем случају под околностима у којима је употреба смртоносног оружја законски оправдана.

По окончању сваке операције блокаде на путу, одељење спроводи темељну истрагу и ревизију догађаја у разумном временском периоду.

4. ЗАКЉУЧАК

Циљ овог рада је био да се истакне значај евиденције података у саобраћају и да се представе смернице и процедуре којима службена лица задужена за безбедност саобраћаја треба да се руководе у пракси.

Сврха полицијског рада у области безбедности саобраћаја је заштита организованог функционисања друмског саобраћаја и заштита грађана и материјалних вредности у процесу превоза.

Саобраћајна полиција заштиту безбедности у саобраћају остварује применом права, односно уоквирује право и безбедност. То се постиже применом мера заштите безбедности и спровођењем превентивних активности, уз подршку јединствене базе података о возилима, возачима, саобраћајним прекршајима и саобраћајним незгодама.

Контролу у погледу придржавања прописа у вези са безбедношћу саобраћаја на путевима спроводи полиција, тј. њен посебно организован део – саобраћајна полиција. Делатност полиције у вези са безбедношћу саобраћаја на путевима је правно уређена, у складу са принципима демократског друштва и уставом загарантованим системом заштите слобода и права грађана.

Да би саобраћајна полиција адекватно одговорила на основне задатке, неопходно је да у свом саставу поред стручних и обучених полицијских службеника, одговарајућих техничких средстава има и приручник саобраћајних процедура како би полицијски службеници могли да обављају свој посао у складу са законом, етички, ефикасно, као и да се подстакне придржавање високих професионалних стандарда понашања свих полицијских службеника.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Abu-Lebdeh and Rahim F. Benekohal. (1997). Development of Traffic Control and Queue Management Procedures for Oversaturated Arterials. Transportation Research Record 1603. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., pp. 119-127.
- [2] Атанасова В, Крстаноски Н (2007). Прикупљање и анализа података саобраћајних незгода, Научно-стручни скуп „Безбедност саобраћаја у планирању и пројектовању путева“, Палић.
- [3] Garden Grove Police Department (2000). The Garden Grove Police Manual, Chapter 7: Traffic and Traffic Accident Procedures, City of Garden Grove.
- [4] Highway Safety Committee (2004). Manual of police traffic services policies and procedures. Virginia.

Кратка биографија:



Сања Врдољак рођена је у Сомбору 1982. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранила је 2012. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

ANALIZA PROIZVODNO – EKONOMSKIH REZULTATA POSLOVANJA PREDUZEĆA „DRVOŠPED“ D.O.O. SA PREDLOGOM MERA ZA POBOLJŠANJE POSLOVANJA**ANALYSIS OF PRODUCTION AND ECONOMIC RESULTS OF THE ENTERPRISE „DRVOŠPED“ L.T.D. WITH PROPOSED MEASURES TO IMPROVE THE BUSINESS**Siniša Adžić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - SAOBRAĆAJ**

Kratik sadržaj – U ovom radu je izvršena analiza poslovanja preduzeća „Drvošped“ d.o.o., kao i analiza značaja transportnih troškova. Prikazana je organizaciona struktura i vozni park. Na osnovu izvršene analize dat je predlog mera za poboljšanje organizacije rada.

Abstract – In this paper, the analysis of business operations of the enterprise „Drvošped“ l.t.d. has been performed as well as the analyses of transport expenses the organizational structure is shown together with rolling stock. Pursuant to the performed analysis, a suggestion for measures for improvement of the work organisation has been given.

Ključne reči: Analiza poslovanja, organizaciona struktura, vozni park.

1. UVOD

Pod transportom se uopšteno, podrazumeva skup ili kompleks aktivnosti na premeštanju (prevozu) putnika i robe uz pomoć transportnih sredstava od „izvora“ do „cilja“ putovanja. U tom procesu, putnici i roba predstavljaju predmet rada, a transportna sredstva sredstva rada [1]. Transportu pripada važna uloga u procesu proizvodnje, jer se kao obavezan element u realizaciji proizvodnje pojavljuju prevoz sirovina, materijala, polufabrikata i gotovih proizvoda. Bez kvalitetnog transporta nema ni kvalitetne proizvodnje, ni potrošnje, pa ni kvalitetnog životnog standarda. To znači, da je transport privredna delatnost koja služi kao logistička podrška svim drugim ljudskim aktivnostima. Za razliku od transporta, saobraćaj je posledica potreba za prevozom putnika i robe i isti predstavlja organizovano kretanje transportnih sredstava po zajedničkoj mreži. Uprkos različitim tumačenjima i definicijama transporta i saobraćaja, generalno je transport realizacija potreba za premeštanjem putnika i robe, a saobraćaj je nužna posledica transporta ali takođe, i saobraćaj kao takav utiče na povećanu potrebu za transportom.

2. ANALIZA PREDUZEĆA „DRVOŠPED“ d.o.o.**2.1. Delatnost preduzeća**

Preduzeće „Drvošped“ d.o.o., sa sedištem u ulici Vojkovo Nabrežje 30A, 6000 Koper, Slovenija, osnovano je

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Pavle Gladović, red. prof.

01.06.2006. godine. Osnovni i jedini prihodi u preduzeću ostvaruju se od prodaje transportnih usluga klijentima. Vozila najčešće saobraćaju na relaciji Austrija – Francuska [4].

2.2. Organizaciona struktura

Osnovni cilj organizacije svakog preduzeća je postizanje maksimalnih efekata uz minimalne troškove živog i minulog rada, predmeta rada i sredstava za rad.

Rad ATP-a „Drvošped“ d.o.o. je organizovan po radnim jedinicama odnosno sektorima i to:

- sektor saobraćaja,
- ekonomski sektor,
- sektor pravnih i kadrovskih poslova.

2.3. Vozni park

Pod definicijom voznog parka podrazumeva se skup svih transportnih sredstava autotransportnog preduzeća (teretna motorna vozila, tegljači, prikolice, poluprikolice, solo autobusi, zglobni autobusi itd.) [3]. Po svom sastavu vozni park može biti homogen i heterogen. Ukoliko je vozni park sastavljen od vozila iste marke i tipa onda je to homogeni vozni park. Ukoliko je vozni park sastavljen od vozila različitih marki i tipova, kategorije korisnih nosivosti su različite, pa se i tehničko eksploatacione karakteristike razlikuju onda je to heterogen vozni park [2]. Vozni park preduzeća je heterogen prema markama, tipovima i godini proizvodnje, što je čest slučaj u preduzećima. Sastoji se od 8 vučnih vozila (tegljača) i 12 priključnih vozila (poluprikolica). Vučna vozila su marke Mercedes-Benz i Volvo, a priključna Schmitz i Krone. Vozila zadovoljavaju sve evropske standarde, kako u pogledu buke, emisije izduvnih gasova, tako i u pogledu sigurnosti. Na osnovu sistematizacije po grupama vozila prosečna starost voznog parka je 2.4 godine, što je prihvatljivo zbog toga što stopa finansijske otpisanosti iznosi 20 % na godišnjem nivou po kojoj je amortizacioni vek vozila 5 godina [4].

3. ANALIZA I ZNAČAJ TRANSPORTNIH TROŠKOVA

Troškovi transporta kod svih vidova transporta pa i u drumskom transportu predstavljaju najvažniji uopšteni pokazatelj rada voznog parka. Osnovni uslov uspešnog poslovanja svakog autotransportnog preduzeća je precizno poznavanje nivoa ostvarenih troškova i cene po jedinici transportnog rada. Na finansijske rezultate utiče veliki broj faktora eksploatacije, organizacione i tehničko tehnološke prirode. Sniženje troškova transporta je

izuzetno značajno sa društvenog gledišta pošto oni u svim granama privrede utiču na proizvodne troškove, a samim tim i na finalnu cenu gotovog proizvoda. Cena transporta se mora razmatrati kao sintetički pokazatelj koji kompleksno izražava uticaj: obima izvršenog rada, iskorišćenje radnog vremena, proizvodnost rada, iskorišćenje sredstava rada, ekonomičnosti poslovanja, putnih uslova i niza drugih faktora.

3.1. Uticaj ekonomskih izmeritelja na cenu transporta

Na cenu transporta ima uticaj veći broj faktora koji mogu biti zavisni ili nezavisni od stepena aktivnosti transportne službe. U nezavisne faktore koji utiču na cenu transporta spadaju: ugovorne i zakonske obaveze, promene cene materijala i tehničkih resursa, promena cene vozila, stopa amortizacije. U zavisne faktore koji utiču na cenu transporta, a zavisni su od stepena aktivnosti autotransportnog preduzeća spadaju: povećanje proizvodnosti, povećanje stepena tehničke ispravnosti vozila, savremeno i operativno planiranje transporta tereta i putnika, normiranje troškova goriva, auto-guma i materijala za održavanje vozila radi uštede u troškovima, povećanje kvalifikacione strukture vozačkog osoblja u održavanju, usavršavanje sistema upravljanja transportnim procesima i organizacijom rada vozača, usavršavanje organizacije rada utovarno-istovarnih operacija itd.

3.2. Metode proračuna pojedinih stavki finansijskih rezultata poslovanja

Kalkulacija troškova transporta vršena je na osnovu raspoloživih i procenjenih podataka.

Proračun stalnih i promenljivih troškova izvršen je za tagljača Volvo FH (460) registarske oznake (KP HL 547) i poluprikolice Schmitz registarske oznake (KP DE 597).

Stalni troškovi: navedeni su u Tabeli 1., izraženi u eurima.

Tabela 1. Stalni troškovi u toku jedne godine u €

R.br	Naziv	€
1.	Amortizacija	18.440,00
2.	Održavanje vozila	3.833,00
3.	Plate sa obavezama za dva vozača	12.000,00
4.	Osiguranje vozila i registracija	2.950,00
5.	Ostali troškovi	2.025,00
6.	Finansiranje vozila	23.312,64
	Ukupno	62.560,64

Iz Tabele 1. vidimo da ukupni stalni troškovi za jedno vozilo sa poluprikolicom u toku jedne godine iznose 62.560,64 € Ovo vozilo je u toku posmatranog perioda prešlo 247.782,00 km, na osnovu čega se dobija da su stalni troškovi po pređenom kilometru $Ts/km = 0,25$ €/km.

Promenljivi troškovi:

Troškovi auto-guma (T_g), za tegljača sa poluprikolicom možemo izračunati prema sledećem obrascu:

$$T_g = AK \cdot C_g \cdot \left[\frac{N_{g1}}{V_{1g}} + \frac{N_{g2}}{V_{2g}} + \frac{N_{g3}}{V_{3g}} \right] \text{ [€]} \quad (1)$$

$$T_g = 247782 \cdot 400 \cdot [0,00004] = 3.963,64 \text{ [€]}$$

gde su:

T_g – godišnji troškovi auto-guma [€],

AK – godišnji pređeni auto kilometri [km],

C_g – cena jedne auto-gume [€],

N_{g1} – broj guma na prednjoj osovini [2 kom.],

N_{g2} – broj guma na zadnjoj osovini [4 kom.],

N_{g3} – broj guma na osovinama poluprikolice [6 kom.],

V_{1g} ; V_{2g} ; V_{3g} – vek trajanja auto-gume na tegljaču i poluprikolici iznosi približno 300000 [km].

Troškovi goriva (T_{gor}), godišnju potrošnju goriva možemo utvrditi prema sledećem obrascu:

$$T_{gor} = \frac{P_{gor} \cdot AK \cdot C_{gor}}{100} \text{ [€]} \quad (2)$$

$$T_{gor} = 87.219,26 \text{ [€]}$$

gde su:

T_{gor} – godišnji troškovi goriva [€],

P_{gor} – potrošnja goriva (32 l / 100 km),

AK – godišnji pređeni auto kilometri 247782[km],

C_{gor} – cena goriva (1 l = 1,1 €).

Promenljivi troškovi u toku jedne godine navedeni su u Tabeli 2., izraženi u eurima.

Tabela 2. Promenljiv troškovi u toku jedne godine u €

R.br	Naziv	€
1.	Troškovi auto-guma	3.963,64
2.	Troškovi goriva	87.219,00
3.	Ostali troškovi	2.547,00
4.	Dnevnice za dva vozača	42.000,00
5.	Putarine	24.900,00
	Ukupno	160.629,64

Iz Tabele 2. vidimo da ukupni promenljivi troškovi za jedno vozilo sa poluprikolicom u toku jedne godine iznose 160.629,64 € Ovo vozilo je u toku posmatranog perioda prešlo 247.782,00 km, na osnovu čega se dobija da su promenljivi troškovi po pređenom kilometru $Tp/km = 0,65$ €/km.

Ukupni troškovi:

Vrednost ukupnih troškova dobijemo na osnovu stalnih i promenljivih troškova:

$$Ut/km = Ts/km + Tp/km \text{ [€]} \quad (3)$$

$$Ut/km = 0,25 + 0,65 = 0,90 \text{ [€]}$$

gde su:

Ts/km – ukupni stalni troškovi,

Tp/km – ukupni promenljivi troškovi.

U Tabeli 3. Navedeni su pokazatelji pređenih kilometara i troškova.

Tabela 3. Pokazatelj pređenih kilometara i troškova

R. br	Naziv	
1.	Pređeni kilometri u toku godine	247.782 [km]
2.	Godišnji stalni troškovi	62.560,64 [€]
3.	Godišnji promenljivi troškovi	160.629,64 [€]
4.	Ukupni godišnji troškovi	223.190,28 [€]
5.	Troškovi po pređenom kilomet.	0,90 [€/km]

Trošak po pređenom kilometru se dobija kada ukupne troškove za godinu dana podelimo sa ukupnim pređenim kilometrima.

4. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE ORGNIZACIJE RADA PREDUZEĆA „DRVOŠPED“

Poboljšanje poslovanja jednog autotransportnog preduzeća moguće je izvršiti korekcijama i raznim merama i na taj način stvoriti preduzeće koje uspešno deluje na tržištu. Najvažnije su korektivne mere unutar samog preduzeća, krenuvši od korekcije u stručnosti zaposlenog kadra, preko osposobljavanja voznog parka, sve do smanjenja postojećih troškova jer najlakši put do zarade je putem smanjenja postojećih troškova.

Da bi jedna celina bila jedinstvena potrebno je da svi njeni delovi teže ka istom cilju. To znači da je pozitivno poslovanje jednog preduzeća da svi sektori tog preduzeća deluju kao celina i da se dopunjavaju. Ovo nije moguće ako postoji nedostatak stručnog kadra koji bi doprineo uspešnom poslovanju preduzeća.

Neke od osnovnih i najlakše izvedenih mera za poboljšanje poslovanja su:

- uvođenje unutrašnje kontrole u preduzeću,
- značaj doobuke vozača,
- uvođenje informacionog sistema.

4.1. Uvođenje unutrašnje kontrole u preduzeću

Preduzećima treba u process rada ugraditi stručnu unutrašnju kontrolu koja će se brinuti o zaštiti istih tih vrednosti u saobraćaju.

Za formiranje ovakve kontrole u ovim preduzećima postoji i širi društveni interes, jer nebriga preduzeća u ovoj oblasti ne nanosi štetu samo njemu nego i drugim neudžnim korisnicima puta, odnosno celoj društvenoj zajednici.

Zahtevi koji se odredbama o unutrašnjoj kontroli postavljaju ovim preduzećima ne sputavaju i ne ometaju proces njihovog rada, nego, ako se dobro sprovedu, odgovaraju tom procesu i ekonomskim interesima preduzeća. Propisi traže od ovih preduzeća da proces svog rada usklade, pre svega, sa psihofizičkim stanjem i mogućnostima svojih radnika (vozača), stanjem sredstava rada (vozila) i sredinom u kojoj se proces rada obavlja (put, gustina saobraćaja, idr.).

4.2. Značaj doobuke vozača

Posledice učešća nedovoljno pripremljenih vozača za javni saobraćaj, sa aspekta bezbednosti u saobraćaju, često su veoma tragične i preskupe sa aspekta održavanja vozila jer dolazi do neplanirane povećane potrošnje delova kamiona. Iz tog razloga, poseban značaj ima

kvalitetnije osposobljavanje vozača kako s aspekta bezbednosti, tako i u tehničkom poznavanju vozila.

4.3. Uvođenje informacionog sistema

Problem praćenja efekata rada bi se u značajnoj meri poboljšao uvođenjem informacionih sistema putem računara. Informacioni sistem treba da je izrađen u vidu softverskog paketa i konceptijski formiran tako da mogu da se prate podaci o: voznom parku; održavanju vozila; potrošnji rezervnih delova, guma, goriva, maziva; troškovima; vozačima, kao i nekim drugim posebnim podacima.

Osnovna uloga svakog informacionog sistema sastoji se u tome da omogući jednostavno, efikasno i pouzdano praćenje svih neophodnih podataka.

5. ZAKLJUČAK

Ovim radom je sagledano postojeće stanje preduzeća „Drvošped“ d.o.o.. Sveukupna situacija predhodnih godina u Evropi je negativno uticala na poslovanje većine preduzeća, kao i na preduzeće „Drvošped“ d.o.o.. Zatečeno stanje u preduzeću je povoljno, pre svega misli se na strukturu voznog parka.

Uočeno je nepostojanje informacionog sistema u transportnoj službi, a potpuna evidencija pre svega o troškovima i obimu rada u službi, kao i mogućnosti racionalizacije poslova pružala bi u budućnosti značajne uštede, kvalitetnije usluge.

Na osnovu izračunatih pokazatelja kvaliteta usluge u drumskom transportu, potrebno je pratiti dalji porast ili opadanje datih vrednosti, jer se time izražava efektivnost sistema.

Svetski trendovi u oblasti transporta sve više podrazumevaju prelazak sa koncepta kvantiteta na koncept kvaliteta.

Uvođenjem 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 i jeste osnovni cilj.

Iz svega navedenog može se zaključiti da preduzeće „Drvošped“ d.o.o. ima potencijal da iskoristi rast tržišta transportnih usluga, da konstantno beleži pozitivno poslovanje, permanentno teži usavršavanju i podizanju nivoa kvaliteta svojih usluga, prihvata nove tehnologije i tako utiče na formiranje zdravije i ekonomičnije sredine u transportu i saobraćaju uopšte.

6. LITERATURA

- [1] Gladović, P., „*Tehnologija drumskog saobraćaja*“, FTN, Novi Sad, 2008.
- [2] Gladović, P., Simeunović, M., „*Sistem javnog autotransporta robe*“, FTN, Novi Sad, 2004.
- [3] Gladović, P., „*Organizacija drumskog saobraćaja*“, FTN, Novi Sad, 2008.
- [4] Arhiva preduzeća „Drvošped“ d.o.o.

Kratka biografija:



Siniša Adžić rođen je u Dereventi 1983. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Tehnologija drumskog saobraćaja (*Analiza proizvodno-ekonomskih rezultata poslovanja preduzeća „Drvošped“ d.o.o. sa predlogom mera za poboljšanje poslovanja*) odbranio je 2012. god.

Dr Pavle Gladović rođen je u Beogradu 1951. god. Doktorirao je 1994. god. na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka Departman za saobraćaj u Novom Sadu od 2005. god u zvanju redovnog profesora. Angažovan je u više stručnih i naučnih asocijacija i udruženja koja se bave problematikom transporta putnika i tereta.

KOMPARATIVNA ANALIZA SAOBRAĆAJNIH PROPISA I NJIHOVE PRIMENE U ZEMLJAMA EVROPSKE UNIJE

COMPARATIVE ANALYSIS OF TRAFFIC REGULATIONS AND THEIR ENFORCEMENT IN THE MEMBER STATES OF THE EUROPEAN UNION

Dejan Agić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je uporedna analiza propisa i njihove primene u odabranim zemljama Evropske Unije. Pošto u drumskom saobraćaju postoji veliki broj propisa na svim nivoima, napravljen je izbor bitnih tema pre početka popisivanja i analize pravila kao i pravnih okvira i njihove primene. Postoji čvrst dokaz koji ukazuje na to da unapređenje postepenog približavanja osnovnih pravila u drumskom saobraćaju i odgovarajućih efikasnih primena, mora biti podržano objedinjenim informacionim sistemom za drumski saobraćaj u Evropi.

Abstract – This paper presents a comparative analysis of regulations and their enforcement in the selected countries of the European Union. Since there are a great number of regulations in road traffic at all levels, we have made a selection of important topics before inventory and analysis of policies and legal frameworks and their application. There is a strong evidence indicating that improvement of a gradual approaching to the basic rules of road traffic and the appropriate effective enforcements, must be supported by integrated information system for road traffic in Europe.

Ključne reči: Saobraćajne nezgode, analiza propisa.

1. UVOD

Saobraćajne nezgode predstavljaju jedan od osnovnih uzroka smrti ljudi starosnog doba do 45 godina. Koliko je o ozbiljnom problemu reč, najbolje govori podatak da ekonomski troškovi procenjeni na nivou Evropske Unije iznose preko 160 milijardi evra godišnje ili oko 2% ukupnog nacionalnog dohotka.

Jednu od najznačajnijih aktivnosti u oblasti bezbednosti saobraćaja predstavlja uvođenje i primena propisa. U vezi sa time, javila se potreba da se izvrši uporedna analiza saobraćajnih propisa i njihove primene u zemljama članicama Evropske Unije.

Predmet ovog rada su propisi i njihova primena u odabranim zemljama Evropske Unije. Odnosno, ovaj rad ima za cilj da obezbedi informacije, kao i da napravi uporednu analizu pravila ponašanja u saobraćaju i odgovarajuće primene u zemljama članicama Evropske Unije (EU15).

NAPOMENA:

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

2. SAOBRAĆAJNI PROPISI I NJIHOVA PRIMENA U ZEMLJAMA EVROPSKE UNIJE

2.1. Metod istraživanja

Ovo istraživanje se razvijalo uporedo u četiri faze koje su sastavljene u logičan redosled sa namerom da odgovore tehničkim kriterijumima i ciljevima definisanim u datoj specifikaciji istraživanja.



Slika 1. Blok-dijagram istraživanja

Unutar svakog bloka obrađene su bitne aktivnosti i pojave kao:

- *Postavke mesta radnje* – definisanje obima istraživanja bilo je od suštinskog značaja za nesmetani razvoj istraživanja. Iz tog razloga, odabran je skup bitnih tema koje će biti obrađene u okviru ovog rada;
- *Prikupljanje podataka* – Stvorena su dva sredstva za rad da bi se omogućila upotreba standardnih procedura u procesu prikupljanja podataka. Ta dva sredstva su upitnik i „ACCESS“ baza podataka;
- *Detaljna analiza* – koja kombinuje dve perspektive koje se međusobno dopunjuju, a to su perspektiva od vrha ka dole (rešavanje ključnih pitanja u vezi sa sprovođenjem režima kazni) i pespektiva od dna ka gore (detaljno pokrivanje pravila i odgovarajuće primene);
- *Zaključci plana delovanja i preporuke* – predstavlja rezultat rada koji je izvršen u prethodnim etapama projekta, posebno u analizi.

2.2 Pravila drumskog saobraćaja koja su upoređena

Pre početka popisivanja i analize pravila, a iz razloga mnoštva propisa u drumskom saobraćaju, napravljen je popis bitnih tema u vezi sa kojim će se pravila analizirati. Sledeći kriterijumi su uzimani u obzir prilikom odabira tema:

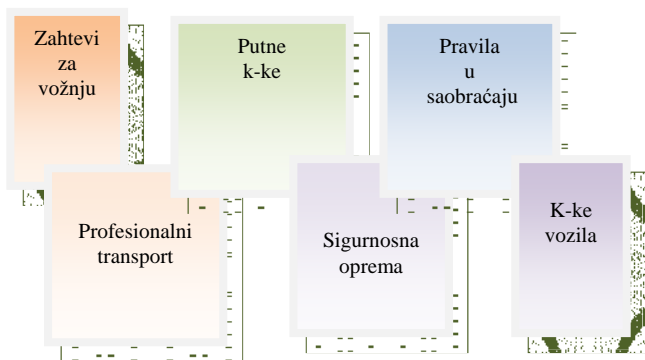
- Nivo nadležnosti Evropske Komisije u vezi sa temom;

- Dodatni značaj intervencije Evropske Komisije u vezi sa određenim problemima.

Takođe, ako imamo u vidu da pojedine teme obuhvataju veliki broj elemenata, neophodno je jasno definisanje predmeta svake teme da ne bi došlo do velike složenosti analize. Prema tome, definicija predmeta koji treba da se posmatra u okviru svake teme data je u odnosu na tri perspektive:

- Perspektiva vozača;
- Perspektiva vozila;
- Perspektiva puta;
- Kombinovana perspektiva.

Predmeti se sakupljaju u zavisnosti od teme kako bi se omogućio sistemski pristup prikupljanju podataka i procesu analize.



Slika 2. Tematske grupe

2.3 Informacije koje su prikazane u svakoj temi

Za svaku temu koja je obrađena u radu postoji zajednički skup elemenata za koje su informacije prikupljene i analizirane.



Slika 3. Grupe informacija prikupljene po temi

Pravilo – može se definisati kao formalni standard koji se primenjuje u analizi teme kao što je usvojeno nakon nacionalnih procedura. Informacije o pravilima uključuju:

- Opšte informacije o pravilu;
- Specifične informacije o pravilu.

Kontrola i okvir sprovođenja – sadrži kompletan set standarda koji se postavljaju na odgovarajuće mesto kako bi usklađenost sa pravilima bila efikasnija. To su nadležnosti institucija koje sprovode pravila u praksi i primenjuju sankcije u slučaju kršenja propisa.

Kontrola i sprovođenje u praksi – Ovaj element je usredsređen na svakodnevne aspekte kontrole i sprovođenja. Ovde su brožani podaci navedeni u odnosu na: procenat vozača koji ne ispunjavaju uslove za dobijanje važeće vozačke dozvole, na sankcije koje su primenjene, itd.

Za svaku temu postoji skup tabela koji prikazuje prikupljene podatke o ove tri grupe informacija.

Tabela 1. Primer tematske tabele

Izvor pravila	Organi odgovorni za izradu i izdavanje pravila	Posebna pravila za određene kategorije vozača			Promene pravila
		Mladi	Strani	Drugi	
AT – Austrija					
BE – Belgija					
DE – Nemačka					
DK – Danska					
ES – Španija					
EL – Grčka					
FR – Francuska					
FI – Finska					
IT – Italija					
IE – Irska					
LU – Luksemburg					
NL – Holandija					
PT – Portugalija					
SE – Švedska					
UK – Velika Britanija					

2.4 Kako usmeriti širok delokrug elemenata saobraćajnih propisa i primenjenih sistema

Ukoliko je cilj da se dobije kompletan pregled propisa u drumskom saobraćaju koji su na snazi, kao i sistema sprovođenja, onda je neophodan detaljniji pristup od prostog sakupljanja informacija za svaku temu od interesa. Vrednosti maksimalnih i minimalnih kazni koje se primenjuju u određenoj zemlji nije lako odrediti samo posmatranjem datog skupa prekršaja (alkohol, preticanje, itd.). Isti argument važi i za povratne sprege informacija u sistemu.

Iz tog razloga, izrađeni su zajednički izveštaji zemalja koji treba da omoguće identifikaciju glavnih razlika između zemalja u sledećim pitanjima: ko je zadužen za izradu propisa, ko sprovodi propise i na koji način se primenjuju sankcije. Svaki od izveštaja zemalja treba da sadrži sledeće oblasti:

- Analiza zakonodavnih organa;
- Analiza organa za sprovođenje propisa;
- Okviri sprovođenja;
- Režimi sankcija;
- Statistički podaci o proverama i prekršajima;
- Povratne sprege informacija;
- Znakovi i signali.

Analiza zakonodavnih ograna – modeli institucionalnih organizacija i nadležnosti organa odgovornih za drumski saobraćaj i pitanja bezbednosti saobraćaja nisu homogeni širom Evrope. Razlozi za nehomogenost leže u pravnim, političkim, socio-ekonomskim sadržajima i tradiciji. Cilj analize zakonodavnih organa je da pruži uvid u način na koji je izvršena izrada i izdavanje propisa, u javne institucije koje su uključene, kao i odgovarajuće nadležnosti i odnose, u svakoj zemlji članici.

Analiza organa za sprovođenje propisa – ovde je pažnja usmerena ka institucijama koje podržavaju kontrolu i funkcije sprovođenja u sistemima drumskog saobraćaja. Ovaj deo sadrži informacije o ulozi i geografskim granicama delovanja policijskih snaga, nacionalnih organizacija sudskog sistema i ulogama dopunskih sistema kao što su savetodavna tela i agencije zadužene za bezbednost.

Okviri sprovođenja – U okviru ovog dela vrši se detaljnija analiza od prostog prikupljanja informacija o okvirima sprovođenja. U ovom delu je dostupna celokupna slika sistema. Informacije koje su dostupne uključuju opis upravnih i krivičnih procesa koji se odnose na sankcionisanje kršenja saobraćajnih propisa i opis osnovnih sudskih sistema.

Režimi sankcija – U ovom delu biće opisani režimi sankcija uz pomoć kojih se regulišu kršenja saobraćajnih propisa koji su na snazi. To podrazumeva opis strukture sankcija koje se primenjuju, nivo težine, sistem kaznenih poena i alternativne šeme sankcionisanja. Na osnovu ovih informacija, može se steći slika o vrsti sankcija koje se primenjuju kao i o veličini odstupanja između sankcija koje se primenjuju u različitim zemljama.

Statistički podaci o proverama i prekršajima – kao uslov za uspešno izvršenje procene efikasnosti zakonodavnih inicijativa i mera kontrole sprovođenja u oblasti drumskog saobraćaja i bezbednosti saobraćaja navodi se postojanje zvučnih i pisanih informacija o sistemima sprovođenja. Ovo uključuje brojčane podatke o kontrolama koje vrši policija (broj provera i broj pozitivnih provera), broj izvršenih sankcija kroz administrativne ili krivične sisteme, broj sankcija koje su efikasno primenjene i broj zastarelih postupaka. Iz ove analize biće moguće proceniti koje bi aspekte trebalo poboljšati u cilju dobijanja standardizovanog i usklađenog sistema za praćenje i sprovođenje zakonskih inicijativa.

Povratne sprege informacija – jedan od osnovnih sistema za dobro funkcionisanje saobraćajnog prava i sistema sprovođenja, u cilju postizanja većeg stepena bezbednosti na putu predstavlja postojanje monitoring sistema, koji omogućava prilagođavanje zakonskih odredbi i strategija njihovog sprovođenja. U ovom delu biće prikazane informacije o tome na koji način su uspešno izvršene funkcije povratne sprege u zemljama članicama.

Znakovi i signali – cilj ovog dela je da se prikažu saobraćajni znakovi i signali koji su na snazi u zemljama članicama. Treba napomenuti da je većina znakova standardizovana nakon Bečke konvencije 1968. uz neke promene uvedene 1971. i 1973.

Pristup detaljnoj analizi – Metodološki pristup koji je posmatran u analizi obuhvata dve dopunske dimenzije. Analiza informacija koje su prikazane u izveštajima zemalja ima za cilj da u celosti pruži pregled sistema saobraćajnih propisa, uključujući opis režima sankcija, okvire sprovođenja i prakse. Sa druge strane, uporedna analiza raznih delova detaljnih informacija predmeta pruža uvid u osnovne sličnosti i razlike uočene između karakteristika pravila, sankcija i odgovarajuće kontrole i sprovođenja u praksi. Ovo odgovara svim komponentama detaljne analize.

3. PLAN DELOVANJA I PREPORUKE

U decembru 2003. usvojen je skup zaključaka u vezi sa bezbednošću saobraćaja na putevima u kojima se ističe 10 mera na koje su se zemlje članice obavezale u cilju poboljšanja bezbednosti saobraćaja na evropskim putevima. Jedan od ciljeva Evropske Komisije koji se želi postići ovim tekstom je da se, do 2010. godine, prepolovi broj žrtava koje stradaju u nezgodama na putevima. Šest najvažnijih mera:

- Razmena informacija i iskustava u cilju povećanja znanja o uzrocima, okolnostima i posledicama saobraćajnih nezgoda;
- Promovisanje „postepenog“ približavanja glavnih propisa bezbednosti saobraćaja na putevima;
- Kreiranje najprikladnijih regulatornih, organizacionih, tehničkih i ekonomskih uslova za poboljšanje standarda bezbednosti na evropskim putevima, identifikujući najopasnije deonice na opasnim evropskim putevima;
- Efikasno sprovođenje propisa o bezbednosti na putevima;
- Napredovanje na nivou EU u vezi sa izmenama propisa o vremenu vožnje i odmora profesionalnih vozača i vozača školskih autobusa, kao i na relevantnoj primeni tih propisa;
- Podsticanje partnerstva i saradnje između javnih uprava, kompanija, socijalnih predstavnika i udruženja građana sa namerom da se identifikuju ciljevi bezbednosti u saobraćaju.

Objedinjeni informacioni sistem, kao jedna od mera koje imaju visok prioritet, ima za cilj da podrži postepeno približavanje glavnih saobraćajnih pravila i efikasne primene pravila u drumskom saobraćaju.

3.1 Shvatanje karakteristika i ograničenja neobrađenog materijala

Procena propisa i njihovo sprovođenje na nacionalnom nivou, pa samim tim i unakrsno poređenje između zemalja članica u velikoj meri je otežano zbog određenih karakteristika i ograničenja prikupljenih podataka. Treba napomenuti:

- U principu, veliko rasipanje podataka između nekoliko institucija čini proces identifikacije (ko je za šta zadužen) veoma teškim.
- Na nacionalnom nivou, nedostatak uobičajenih pravila za prikupljanje, kodifikaciju i prezentaciju informacija o prekršajima i sprovođenju sankcija, može imati značajan uticaj na kvalitet podataka.

Neposredna posledica navedenih aspekata je da je dokazano kao prilično ograničeno bilo kakvo unakrsno poređenje između zemalja članica, posebno u pogledu sprovođenja, za mnoge od tema koje su obrađene u istraživanju.

3.2 Usklađenost načela i terminologije

Prilikom razvoja objedinjenog informacionog sistema za drumski saobraćaj u Evropi, osnovni zadatak koji treba da bude ispunjen je usklađivanje načela i terminologije. To predstavlja osnovni uslov koji omogućava unakrsno poređenje propisa i njihovog sprovođenja između zemalja sa ciljem vršenja statističke analize. Prilikom usklađivanja načela i terminologije, pitanja koja treba da budu obrađena su:

- Treba da se analiziraju sažete i zajedničke definicije za propise. Na primer, šta se smatra preticanjem, šta bi trebalo smatrati pravilom prioriteta. Velike varijacije koje postoje širom zemalja Evropske Unije povodom ovog pitanja ukazuju da je ovaj zadatak od esencijalnog značaja za sistematsku unakrsnu procenu kontrole i sprovođenja;
- Nivoi težine primenjenih sankcija za prekršaje, odnosno definisanje standardizovanog okvira za klasifikaciju režima sankcija za dato kršenje propisa. Ukoliko se imaju u vidu velike varijacije mogućih

sankcija koje su na snazi u zemljama članicama, postaje jasno da je ovo neophodno da bi se smanjila kompleksnost analize uspešnosti sprovođenja;

- Definisane pokazatelja koji se koriste u proceni sprovođenja policijske kontrole i karakteristika pravnog sistema.

Neophodan uslov za efikasno poređenje okvira propisa u drumskom saobraćaju i operativnu primenu karakteristike predstavlja usvajanje zajedničkih normi za prikupljanje podataka u zemljama članicama.

Aspekt koji takođe zaslužuje da bude razvijen je kompatibilnost sa CARE bazom podataka. Kompatibilnost bi se mogla izvršiti kroz podatke o klasifikaciji vozila ili kategorijama vozačkih dozvola. Ukoliko bi se ovo uspešno izvršilo, otvorile bi se nove mogućnosti u statističkim analizama efekata primene u bezbednosti na putevima.

3.3 Strukturirane informacije za fleksibilni pristup određivanja repera

Uzimajući u obzir karakteristike različitih zemalja članica u pogledu bezbednosti na putevima, moglo bi se dovesti u pitanje da li, i koliko, usklađenost pravila može doprineti smanjenju nezgoda i stope smrtnosti. Zemlje koje uspevaju značajnije da smanje broj smrtnih slučajeva ulažu više napora u sprovođenju važnih propisa, što rezultuje efikasnijom prevencijom po pitanju prekršaja, pa samim tim i manjim brojem smrtnih slučajeva.

Velike razlike postoje između Švedske i Velike Britanije po pitanju dozvoljenog nivoa alkohola u krvi. U Švedskoj dozvoljeni nivo iznosi 0,2 g/l, a u Velikoj Britaniji 0,8 g/l. I pored toga, ove dve zemlje predstavljaju dve zemlje sa najboljim učinkom ukoliko posmatramo broj smrtnih slučajeva na milion stanovnika (60 u UK, a 65 u Švedskoj). Sa druge strane, podaci za Grčku i Portugaliju (u kojima je dozvoljena vrednost 0,5 g/l) su 197 i 195 smrtnih slučajeva respektivno. Isto se može primetiti i za ostale teme. Zbog toga se izvodi zaključak da je za smanjenje smrtnih slučajeva bitnije poboljšati sprovođenje osnovnih mera nego usklađivati pravila ili režime sankcija. Međutim, bolja usklađenost propisa može doprineti smanjenju „rizika prekršaja“ koji mogu nastati od strane učesnika u saobraćaju izvan sopstvene zemlje, zbog povećanja svesti o odgovarajućim pravnim odredbama koje su na snazi. Takođe, što je veća usklađenost sankcija, to je manji uticaj na pravne akcije korisnika puta.

Zbog toga treba imati u vidu:

- Intervencija u vezi sa propisima drumskog saobraćaja i primenjenim sistemima može uspostaviti različite oblike, u skladu sa ciljevima politike koje treba ostvariti;
- Neke intervencije će vrlo verovatno biti prepuštene neograničenoj moći nacionalnih vlada. Ovo bi mogao biti slučaj definisanja režima sankcija kada bi strukturne promene u pravnim sistemima zemalja mogle biti potrebne.

Objedinjeni informacioni sistem za drumski saobraćaj trebao bi da obezbedi strukturirane informacije za podršku izrade propisa na nivou Evropske Komisije, u oblastima u kojima se princip pomoćnih tela ne primenjuje, kao i podršku izradi strateških odluka na nacionalnom/regionalnom nivou, prvenstveno dozvoljavajući objedinjavanje uporednih i testirajućih umrežavanja.

Takođe, on se može koristiti radi informisanja učesnika u saobraćaju o pravnim režimima zemalja članica kroz selekciju ciljnih podataka.

3.4 Suština objedinjenog informacionog sistema za drumski saobraćaj u Evropi

Radi efikasnijeg prikupljanja i analize podataka razvijen je alat u formi „ACCESS“ programa. Ovaj program predstavlja nusprodukt ovog istraživanja i on se može posmatrati kao polazna osnova ka razvoju informacionog sistema za praćenje propisa drumskog saobraćaja i sprovođenja u Evropi.

Glavni cilj objedinjenog informacionog sistema za drumski saobraćaj je da obezbedi funkcionalne informacije o:

- Pravnim, organizacionim i uređivačkim okvirima za propise u drumskom saobraćaju i njihovo sprovođenje;
- Detaljnim aspektima propisa u drumskom saobraćaju i njihovom sprovođenju.

Sistem treba da bude fleksibilan, u skladu sa specifičnim potrebama ciljnih grupa.

4. ZAKLJUČAK

Saobraćajne nezgode, širom sveta, svake godine nanose velike ljudske i materijalne štete. Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije (WHO), u saobraćajnim nezgodama tokom jedne godine, u svetu pogine oko 1.2 miliona ljudi, a oko 50 miliona ljudi pretrpi povrede.² Iz tog razloga, prikupljanje i analiza podataka o saobraćajnim nezgodama predstavljaju fundamentalne korake u okviru napora da se umanje te štete.

Radi sprečavanja ili makar ublažavanja saobraćajnih nezgoda neophodno je razumeti njihove uzroke, okolnosti i posledice.

Veoma je teško upoređivati sisteme sprovođenja zakona u saobraćaju između pojedinih zemalja. Kao jedan od razloga navodi se da često ne postoji pouzdano praćenje ponašanja u vožnji u različitim evropskim zemljama.

Objedinjeni informacioni sistem za drumski saobraćaj u Evropi potvrdio je da je neophodan veći broj podataka da bi se bolje opisao i analizirao fenomen saobraćajnih nezgoda na nivou EU.

5. LITERATURA

[1] Commission Of The European Communities, European Road Safety Action Programme, Brussels 2003.

[2] Peden M., Scurfield R. and others, World report on road traffic injury prevention, World Health Organization, Geneva 2004.

Kratka biografija:



Dejan Agić rođen je u Novom Sadu 1981. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Drumski saobraćaj odbranio je 2012. god.



Dragan Jovanović rođen je u Zrenjaninu 1974. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god., a od 2011. je u zvanju venredni profesor. Oblast interesovanja je bezbednost saobraćaja.

SISTEM ZA AUTOMATSKO MERENJE KVALITETA POŠTANSKIH USLUGA I KORIŠĆENJE ISTOG ZA UPRAVLJAČKU FUNKCIJU U REALNOM VREMENU

AUTOMATIC SYSTEM FOR MEASURING THE QUALITY OF POSTAL SERVICES AND USE FOR MANAGEMENT FUNCTION IN REAL TIME

Ilija Tica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj- *Ovaj rad sadrži princip rada AMQM sistema, odnosno sistema za automatsko merenje kvaliteta poštanskih usluga, opis njegovih delova i njegov mogući potencijal korišćenja u ne samo kontrolne već i u upravljačke funkcije.*

Abstract- *This paper contain the principle of AMQM (AUTOMATIC MAIL QUALITY MEASUREMENT) system, a description of system parts and potential use in control and management.*

Ključne reči: AMQM, RFID sistem, tagovi, čitači.

1. UVOD

Mnoge poštanske uprave-operatori su preduzele značajne korake da povećaju procenat uručenja pošiljaka u definisanom roku, da smanje terminalne troškove i da odgovore na sve veće zahteve korisnika. Ove uprave su prve uvele sistem za merenje kvaliteta **AMQM-Automatic Mail Quality Measurement**. Ovaj sistem omogućuje praćenje poštanske pošiljke «s kraja na kraj» tj. od pošiljaoca do primaoca tako da omogućuju poštanskim upravama potrebnu aktivnost u cilju uočavanja, a potom i otklanjanju uskih grla u fazi prenosa i prerade. AMQM-Automatic Mail Quality Measurement sistem za automatsko merenje kvaliteta poštanskih usluga, je razvijen na zahtev Svetskog poštanskog saveza UPU-a, a glavni zadatak sistema je dobijanje objektivnih podataka o kvalitetu poštanskog servisa. AMQM sistem je potpuno zasnovan na principu rada **RFID** tehnologije[1].

2. RFID TEHNOLOGIJA

2.1. Komponente RFID sistema i princip rada

Najprostije rečeno, RFID je tehnologija koja omogućava malom radio uređaju zakačenom za određeni predmet da nosi podatke o tom predmetu.

RFID je skraćenica za **Radio Frequency Identification**, ili u slobodnom prevodu na srpski jezik – identifikaciju pomoću radio talasa. RFID predstavlja bilo koji sistem identifikacije u kom električni uređaj koristi radio talase ili promene magnetnog polja za komunikaciju.

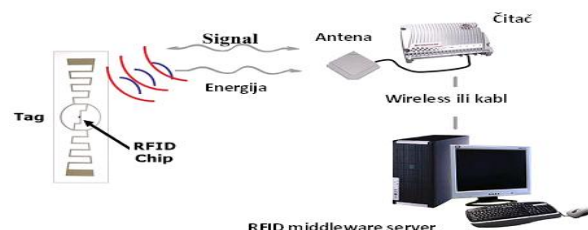
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Obrad Peković.

Dve najvažnije komponente RFID sistema su:

- **tag**, ili transponder, to je identifikacioni uređaj prikačen na predmet koji želimo da pratimo, i
- **čitač**, odnosno, uređaj koji prepoznaje prisustvo RFID tagova i čita informacije sačuvane na njemu [2]
RFID sistem, u kom bazna stanica neke vrste (čitač), može prepoznati drugi elektronski uređaj (tag) pomoću jednog ili više mogućih bežičnih transmissionih mehanizama. Ovi mehanizmi se služe mikro talasima. RFID čitač prenosi radio signale unapred, postavljenom frekvencijom i intervalom. Bilo koja radio-frekvencija taga koja je u opsegu ovog čitača, prihvatiće njegovu transmisiju, zato što svaki tag ima ugrađenu antenu čime je osposobljen da prima radio signale unapred postavljenom frekvencijom. Tagovi uzimaju energiju od signala koji je emitovao čitač, očitavaju podatke koje nose u sebi i reflektuju ga nazad. RFID čitač emituje radio talase na uobičajenoj frekvenciji i intervalu (obično nekoliko stotina puta svake sekunde) Svi tagovi, koji su u dometu ovog čitača, pokupiće taj signal, jer svaki ima u sebi ugrađenu antenu koja služi za slušanje signala na odgovarajućoj frekvenciji. Tagovi obično koriste energiju dobijenu od čitača da pošalju povratnu informaciju. Takođe, oni mogu i da podese signal da pošalju informaciju, kao što je ID broj, nazad do čitača.

Samo korišćenje čitača i taga ne bi imalo svrhu ako se dobijeni podaci dalje ne iskoriste, tako da čitač potom informiše neki drugi sistem o prisustvu tagovanog predmeta. Sistem sa kojim čitač obično pokreće softver koji se naziva RFID middleware prikazano na slici 1.



Slika br.1 – Komponente RFID sistema

2.2. Tagovi

Osnovna svrha RFID taga je da fizički pridruži podatke o predmetu, na sam taj predmet. Iako svaki tag ne poseduje mikročip ili ugrađen izvor energije, svaki RFID tag poseduje neku vrstu kalema ili antene. Prisutne su različite vrste tagova i čitača koje odgovaraju različitim aplikacijama i okruženjima. Odluka o izboru

odgovarajućih alata je od presudnog značaja za uspeh primenjenog rešenja.

Tip memorije transpondera, podržanih RFID tehnologijom, je osnova za podelu tagova na tri vrste:

Read-Only (R), (samo čitanje transpondera). **Write Once Read Many (WORM)**, (piši jednom, čitaj više puta); **Read/Write (R/W)**, (čitaj/piši).

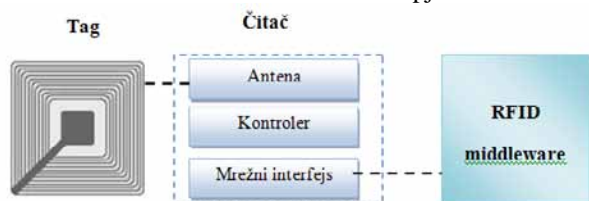
Jedna od mogućnosti za kategorizaciju tagova je i način na koji dobijaju energiju za rad.

Pasivni tagovi – Oni nemaju sopstveni izvor energije, već se u potpunosti oslanjaju na čitač, kao izvor energije za rad. **Polu-pasivni tagovi** - Ovi tagovi koriste baterije da bi pokrenuli električno kolo čipa, ali komuniciraju koristeći energiju iz čitača. **Aktivni tagovi** – Ovi RFID tagovi imaju baterije, koje se koriste da pokrenu električno kolo mikročipa i za emitovanje signala čitaču[5].

2.3. Čitači

Čitač se nalazi između taga i filtera događaja u RFID sistemu. On ima ulogu da komunicira sa tagom, da napravi događaj niskog nivoa od pročitano i da pošalje te događaje do filtera.

Kako čitač komunicira sa tagom korišćenjem radio talasa, to znači da svaki RFID čitač mora da ima jednu ili više antena. Zbog toga što mora da komunicira sa nekim drugim uređajem ili serverom, to znači da mora da ima i neku vrstu mrežnog interfejsa. Na kraju, da bi se implementirali komunikacioni protokoli, svaki čitač mora da ima bar mikrokontroler ili mikrokomputer.



Slika br.2 - Fizičke komponente RFID čitača

3. AMQM SISTEM

AMQM sistem snima razliku između stvarne i očekivane brzine prenosa poštanske pošiljke u pojedinim delovima procesa prenosa. Ovakva informacija nam je temelj za stalan proces povećanja kvaliteta pružanja poštanske usluge. Pošiljalac, test pisma sa transponderom, ubacuje u poštanski sistem i informaciju o vremenu i datumu slanja odmah prosleđuje Centralnom sistemu za merenje kvaliteta u CMS-u u Briselu. Test pismo ide kroz poštanski sistem i u svakoj tački AMQM sistema se obavlja registracija vremena i datuma prolaska. Prvaoc po dobivanju test pisma takođe podatke prosleđuje direktno u SMS-Centralni merni sistem u Briselu[4].

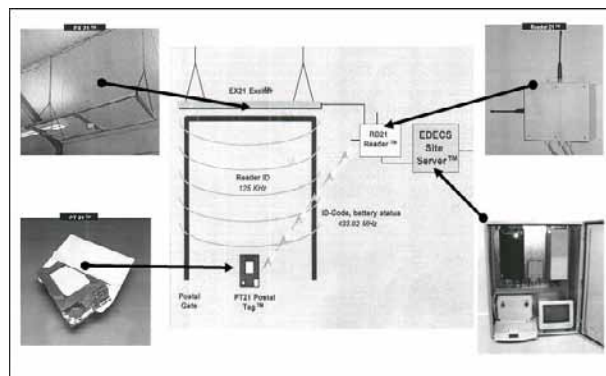
Osnovni delovi AMQM sistema su:

1. Transpoder je fleksibilni ultratanki radio odašiljač-prijemnik programiran identifikacijskim kodom, do čije pobude dolazi u trenutku kada prolazi kroz elektromagnetno polje antena, što uzrokuje emisiju UHF signala frekvencije 433,92 MHz.

2. Stanica za čitanje se sastoji od niskofrekventne antene EH 21 Exciter i čitačke jedinice sa UHF antenom RD 21 Reader. Sistem funkcioniše tako da niskofrekventne antene EH 21 neprekidno generišu pulsirajuće elektromagnetno polje frekvencije od 125 Hz, koje aktivira transpoder u trenutku kada prolazi pored ili ispod antena i on počinje emitovati UHF signal frekvencije 433.92 MHz što je identifikacijski kod.

3. Lokalni sistem za prikupljanje podataka LDSC-Local Dana Site Collection Sastoji se od PC i modema koji je vezan na Centralni informacijski sistem –GEIS-General Electric Information Systems.

4. Centralni upravljački sistem CMS-Central Monitoring System lociran je u Briselu-Belgija. On prikuplja i distribuira podatke prema nalogima korisnika, kontroluje ispravnost sistema i reaguje na svaki uočeni problem.



Slika br.3 - Šema AMQM sistema sa delovima.

4. MERENJE KVALITETA POŠTANSKIH USLUGA U EVROPI

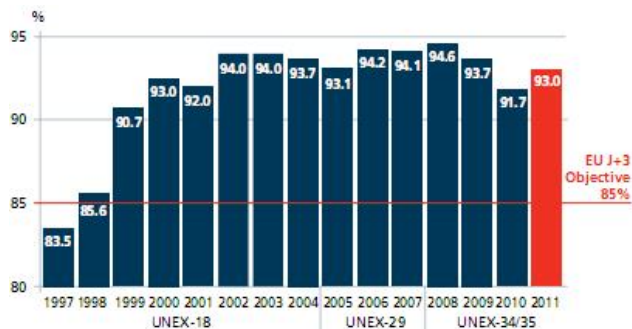
Poštanski operatori zemalja članica Evropske unije su 1994.godine pokrenuli UNEX-Unipost Eyternal Monitoring System projekt, sa ciljem povećanja kvaliteta na području Evrope. Ovaj sistem meri dve osnovne performanse i to procenat pošiljaka dostavljenih u unapred zadatom roku i prosečno vreme trajanja prenosa u danima[8].

Direktivom 97/67/EC (2002/39/EC) su definisani standardi kvaliteta prenosa pošiljaka "s kraja na kraj" (end-to-end) za zemlje Evropske unije ("J" predstavlja dan kada je pošiljka poslata i on se ne računa u rokove prenosa, u rokove prenosa se takođe ne računaju i subote i nedelje)[1]:

- **J+3 (indikator brzine) ima za cilj da se uruči 85% pošiljaka**
- **J+5 (indikator pouzdanosti) ima za cilj da se uruči 97% pošiljaka**

Rezultati su dati od 1997. Do 2011. godine. S tim da je u međuvremenu dolazilo do proširenja broja država koje koriste UNEX sistem. 1997.godine, 15 država EU plus Island, Norveška i Švajcarska, spadaju u UNEX-18 kategoriju, od 2005. godine UNEX sistem praćenja se proširio i na Kipar, Češka, Estonija, Mađarska, Letonija, Litvanija, Malta, Poljska, Rumunija, Slovačka i Slovenija, to je UNEX-29 kategorija. Od 2008.godine UNEX sistem

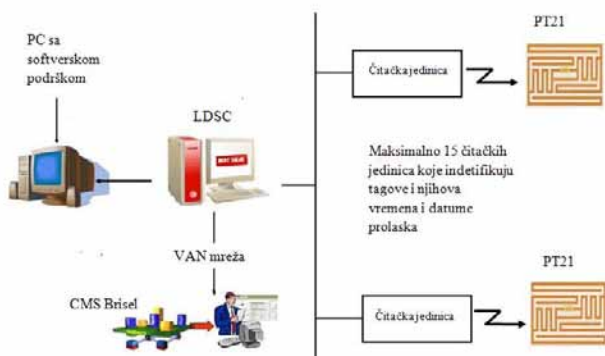
koriste svih 27 država EU zajedno sa Islandom, Norveškom, Švajcarskom, deo Bosne i Hercegovine, Hrvatska, Makedonija i Turska. 2011.god. se priključila i Srbija[3].



Grafikon br.1. - Ostvareni kvalitet prenosa EU za standard "J+3"

5. PREDLOG ISKORIŠĆENJA POTENCIJALA AMQM SISTEMA U POŠTI SRBIJE U SMISLU DODAVANJA KONTROLNE TJ. KOREKTIVNE FUNKCIJE POMOĆU SOFTVERSKE PODRŠKE

U ovom delu biće predstavljen predlog načina za proširenje AMQM sistema da osim funkcije merenja ima i kontrolnu tj. korektivnu funkciju u real-time vremenu. Zapravo, ova intervencija bi trebala da ima ulogu da pruži obaveštenje upravi izmjenične pošte, u kojoj se vrši obrada pošiljaka i koja ima instaliran AMQM sistem, kad je došlo do zastoja test pisma i gde, a na osnovu toga bi se odmah mogle obaviti korektivne aktivnosti i predupređi ili otkloni nastali zastoj. Dozvoljavanjem pristupa podataka izmjeničnoj pošti iz lokalnog sistema za prikupljanja podataka dobijale bi se informacije o vremenima prolaska određenog test pisma kroz ključne tačke sistema pošte. Tada bi moglo odmah da se reaguje kad dođe do zastoja a zauzvrat bi trebalo da se pokaže odgovornost u radu, a ne samo kad dođe do alarmirane greške. Ovaj princip je primenjiv na čitav poštanski sistem pod pretpostavkom da se investira u RFID opremu i implementira u svim ključnim tačkama merenja kvaliteta prenosa.



Slika br.4. – Povezivanje dodatnog PC na postojeći AMQM sistem

Lokalni sistem za prikupljanje podataka smešten je u prostorijama izmjenične pošte. Njega čine PC i modem koji se povezuje na VAN mrežu Global Exchange Servisa. Na lokalni sistem moguće je priključiti 15 čitačkih stanica i na njemu se čuvaju podaci.

Umrežavanje lokalnog sistema sa PC računarom u kom bi se nalazila posebna programska aplikacija koja bi obrađivala ulazne parametre (identifikacioni kod test pisma i vremena prolaska kroz čitače) i davala alarm kad dođe do zastoja i između koja dva čitača je do zastoja došlo. Prema tipu logičkog sistema softvera za obradu podataka:

1.Model sa determinisanim vremenima između čitača je zasnovan na principu da se determinišu maksimalna vremena zadržavanja test pisma između svaka dva redno vezana čitača i da alarmira u slučaju ako dođe do dužeg zadržavanja uz prikazivanje između koja dva čitača je došlo do zastoja. Maksimalna vremena zadržavanja između čitača treba da budu zadata od uprave pošte a do njih treba da se dođe preciznom analizom vremena obrade pošiljaka u celom sortirnom i distributivnom tranzitnom lancu koje je pokriveno RFID tehnologijom.

Ulazni parametri ovog sistema bili bi:

- identifikacioni kodovi tagova (I_k)
- vremena kad koji tag prođe kroz svaki čitač (t_k)
- maksimalna vremena između dva redno vezana čitača (t_{max})

Izlazni parametar ovog sistema je u vidu obaveštenja a alarm koji bi inicirao korektivnu aktivnost bi bio vezan za to hoće li ili ne, ovaj parametar probiti unapred definisane okvire. U objašnjenju radi pojednostavljenja je data situacija samo između dva redno vezana čitača A i čitača B, a u zavisnosti od broja čitača u sistemu vrši se redno vezivanje logičke strukture između ostalih tačaka i svaki deo radi po istom principu kao što je dato u objašnjenju.

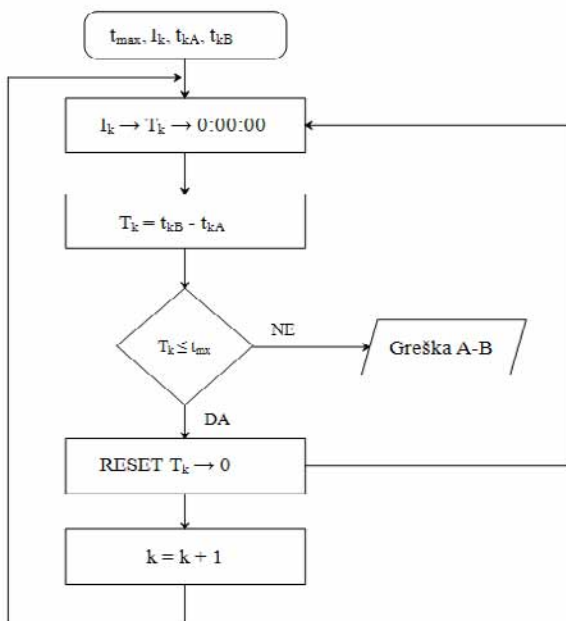
Kada kroz čitač u tački A se identifikuje tag I_k i memoriše njegovo vreme prolaska i_{kA} , aktivira se tajmer T_k i počinje odbrojavanje sve dok se ne identifikuje tag I_k u tački B. Svakom tagu I_k se dodeljuje poseban tajmer T_k , tajmeri su paralelno vezani za sistem a broj moguće korišćenih tajmera je jednak mogućem broju test pisama između dva čitača. Broj korišćenih tajmera se znači treba unapred utvrditi, i treba se imati u vidu da je bolje imati više tajmera koji mogu ostati neiskorišćeni nego da ih ima manje i da time postoji mogućnost da se pojavi neko test pismo kom se ne može odrediti njegov tajmer jer su svi tajmeri zauzeti, odnosno u fazi odbrojavanja. Kada se identifikuje tag I_k u tački B i njegovo vreme prolaska i_{kB} , tajmer se resetuje i vraća u službu korišćenja opet u tački A, i tako u krug.

Razlika memorisanih vremena prolaska i_{kB} i i_{kA} se upoređuje sa maksimalnim dozvoljenim vremenom zadržavanja t . Ukoliko je ta vrednost manja od maksimalne dozvoljene, sistem nastavlja dalje da radi normalno, a ukoliko nije, javlja grešku. Što znači da je došlo do kašnjenja.

Grešku javlja i kad nije memorisano vreme dolaska taga u tačku B a tajmer je odbrojao vrednost koja je veća od dozvoljene maksimalne vrednosti. Tad znači da je došlo do zastoja ili izgubljenja test pisma.

Prednost ovog modela je što ima najbolju racionalizaciju vremena obrade pošiljaka i veliku pouzdanost. Mana mu je što je i previše krut i teži velikoj perfekciji u ostvarivanju vremenskih rokova obrade pošiljaka i kod onog dela sistema koji nije mašinski automatski pokriven. Najveća mana ovog modela je velik broj redno i paralelno vezanih tajmera, to čini ovaj model glomaznim i

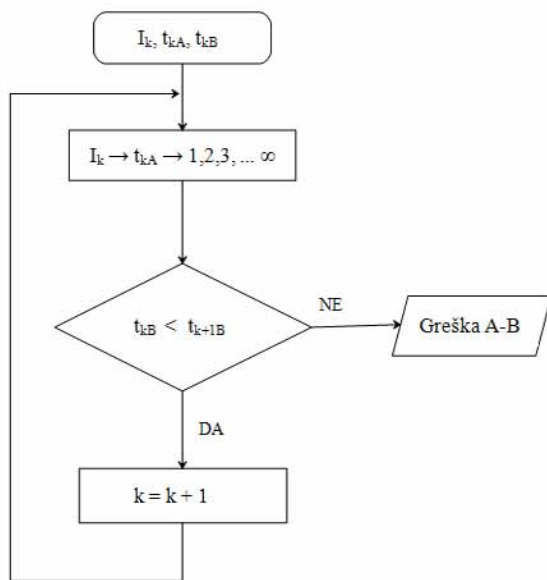
kompikovanim iako je logički deo strukture poprilično jednostavan.



Slika br.5. - Diagram toka za model sa determinisanim vremenima između čitača

2. Model redoslednog niza radi po principu FIFO (First In First Out), u suprotnom ako se na sledećem čitaču identifikuje tag koji je bio prateći tag na čitaču pre toga, onda se javi greška.

I ovaj model je objašnjen sa samo dva čitača u tačkama A i B, i u zavisnosti od broja čitača se vrši redno vezivanje logičke strukture između ostalih tačaka i svaki deo radi po istom principu kao što je dato u objašnjenju.



Slika br.6. - Dijagram toka za model redoslednog niza U čitaču A se po vremenima dolazaka identifikacionih tagova utvrđuje redosledni niz, ukoliko u tački čitača B se utvrdi vreme prolaska taga koji nije po redosledu koji je označen u tački A, alarmira se sistem.

Kao što se vidi prednost ovog modela je u njegovoj jednostavnosti, bez korišćenja komplikovanog sistema tajmera. Najveća mana mu je što je njegov rad, odnosno otkrivanje zastoja test pisama, u potpunoj zavisnosti od vremena dolaska pratećih test pisama.

Moguće je kombinovati i ovaj model sa tajmerom, npr da ako se u određenom vremenu ipak pojavi tag koji je kasnio da se ne alarmira sistem.

6. ZAKLJUČAK

Prvi rezultati snimanja AMQM sistemom naše regije upućuje na zaključak da smo daleko od proseka Evropske Unije kojoj svi težimo. Prvi nam je zadatak kvalitetno rešiti prenos pošiljaka u unutrašnjem saobraćaju. To možemo postići postavljanjem adekvatne organizacijske strukture, tehnološke reorganizacije, automatizacije poštanskih procesa, intenzivnije uvođenje informatičke tehnologije, uvođenja internog AMQM sistema, uvođenje novog načina kontrole.

Poštanski sistem naše regije, temeljen na nalazima dobijenim merenjem kvaliteta pruženih poštanskih usluga AMQM sistemom, kazuje nam da trebamo napraviti „velike zahvate“ u razvoju da bismo ravnopravno učestvovali borbi sa ostalim evropskim poštanskim operatorima za pružanje poštanskih usluga, a uvođenje ovakvog tipa kontrole i praćenja je jedan od načina za postizanje tog cilja.

7. LITERATURA

- [1] Kujačić, M., *Poštanski saobraćaj*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [2] Peković, O., *Organizacija i automatizacija u poštanskom saobraćaju*, Fakultet tehničkih nauka, No-vi Sad, 2009.
- [3] Peković, O., Tričković, I., Dumnić, S., *Implementation of EN 13850:2011 and Measuring Postal Services Quality in Serbia*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
- [4] Spajić, D., *AMQM System for Measuring the Quality of Postal Services*, Časopis za pitanja teorije i prakse prometa – Promet, br. 19, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007.
- [5] Stanković, M., *Praćenje kola i robe na železnici identifikacijom pomoću radio talasa – RFID*, Univerzitet u Beogradu, 2008.
- [6] www.posta.rs
- [7] www.lyngsoesystems.com
- [8] www.ipc.be

Kratka biografija:



Ilija Tica je rođen u Novom Sadu 1980-te godine. Posle završene srednje elektrotehničke škole 1999-te upisao se na Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, odsek: Saobraćaj, smer: PST

HDTV PRIJEMNICI

HDTV RECEIVERS

Grujica Mladenović, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je opisan jedan od najvažnijih uređaja koji se javlja u procesu digitalizacije distribucije TV signala: TV prijemnik. Opisane su osnovne varijante prijemnika visoke rezolucije, kao i njihove karakteristike.

Abstract – TV receiver is one of the most important components in the TV digitalization process. High definition TV receivers are described here, their principal versions and properties.

Ključne reči: HDTV, LCD, plazma TV

1. UVOD

Promena načina emitovanja zahteva i promenu načina prijema televizijskog signala. Da bi mogli da gledaju ovakav signal, gledaoci će morati da kupe nove uređaje koji podržavaju ovu tehnologiju. Moguće je i zadržati stare prijemnike uz kupovinu konvertora (set top box) za pretvaranje digitalnog signala u oblik pogodan klasičnim prijemnicima.

2. HD Ready

U Evropi, kreiran je natpis "HD-ready" (slika 1), da bi se potrošači informisali o prednostima visoke rezolucije. Namena ovog natpisa je da se pojednostavi kupovina ovakvih uređaja. Uređaji sa ovakvim natpisom podržavaju sve postojeće SD i HD rezolucije pri brzinama 50 i 60 Hz, i pri tome podrazumevaju minimalnu rezoluciju od 720 linija i format slike 16:9. Oznaka "HD-ready" ne podrazumeva prikazivanje pune rezolucije prenošenja slike HDTV predajnika (1080p, često označeno sa Full HD). Većina "HD-ready" prijemnika ima matricu TV ekrana koja ne poseduje dovoljnu rezoluciju za prikaz 1080p signala. Rezultat je interpolacija slike u manju rezoluciju koju uređaj može prikazati. Uređaj sa oznakom "HD-ready" može prikazati sliku sa rezolucijom od 720p i 1080i. Oznaka "ready" se odnosi na opremu koja nema ugrađeni set-box ili digitalni konvertor koji je potreban za emitovanje digitalnog signala.

2.1 HD Ready 1080p

Oznaka za uređaje (uključujući IDTV-integralne digitalne televizore, monitore, projektore) koji uz rezoluciju od 720p i 1080i prenose i prikazuju signal visoke rezolucije od 1080p. Uređaj sa oznakom "HD-ready 1080p" omogućava rezoluciju od 1920×1080 ali je potrebno da se konektuje na HDTV uređaje da bi primili i dekodovali signal.

NAPOMENA:

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

2.2 HD televizor

Jedna od činjenica koja može zbuniti pri kupovini HD televizora jeste da neće garantovati neposredni pristup HDTV programima. Kupovinom HD televizora korisnik bira između integrisanih HDTV-a i onih koji se najčešće nazivaju "HDTV kompatibilni". Da bi se mogla primiti HDTV emisiju, potreban je HDTV birač (tjuner) - uređaj za prijem i dekodovanje HDTV signala. HDTV tjuneri mogu da budu samostalni uređaji ili mogu da budu integrisani u HDTV displej. HD televizor ili displej koji ima ugrađen HDTV tjuner se naziva "integrisani HDTV", dok se termin "HDTV kompatibilan" odnosi na televizor koji nema integrisani HDTV tjuner, što znači da se mora naknadno kupiti. Taj uređaj se naziva *set-top box* ili digitalni konvertor. HDTV logo je prikazan na slici 2.



Slika 1. HD Ready logo



Slika 2. HDTV logo

Set-top box ili digitalni konvertor je uređaj koji se priključuje na analogni televizijski set i preko zračne antene konvertuje digitalni signal u analogni. *Set-top box* omogućava televizijskom prijemniku da prima i dekoduje digitalno emitovanje. Set-top box je neophodan gledaocima koji žele da primaju digitalni signal koristeći postojeći televizijski prijemnik. Dakle, "HD-ready" oprema nema ugrađen *set-top box* uređaj, i mora se dodatno priključiti, dok je kod HDTV taj uređaj integrisan.

2.3 Vrste HDTV prijemnika

Postoji nekoliko vrsta televizijskih prijemnika koji podržavaju HDTV. Navešćemo četiri tipa koji se trenutno koriste:

- TV sa direktnim prikazom
- Plazma TV
- LCD
- TV sa projekcijom na zadnjoj strani ekrana
- TV sa projekcijom na prednjoj strani ekrana

Televizor sa direktnim prikazom je vrsta koju svi poznajemo. Prijemnik sa direktnim prikazom koristi katodnu cev (Cathode Ray Tubes - CRT) i elektronski "pištolj" za iscrtavanje slike na ekranu obloženom fosforom. Ovakve vrste prijemnika su sada dostupni u analognoj, digitalnoj i HDTV verziji.

Plazma TV stvara sliku od gasa (plazme) ispunjenog atomima ksenona i neona i milionima naelektrisanih atoma i elektrona koji se sudaraju kada uključite televizor. Energija koju ovo sudaranje osloboda povećava nivo energije u plazmi, a neon i ksenon oslobađaju fotone svetla (slično načinu na koji funkcioniše neonska lampa). Plazma TV nudi velike oblasti za prikazivanje (do 50 inča), ali su vrlo tanki. Mada je kvalitet slike izuzetan, plazma televizori su prilično skupi.

LCD (displeji sa tečnim kristalom) displej radi tako što propušta promenljive količine belog pozadinskog svetla stalnog intenziteta kroz aktivni filter. Crveni, zeleni i plavi elementi piksela dobijaju se jednostavnim filtriranjem belog svetla. Tečne kristale je krajem 19. veka prvi pronašao austrijski botaničar *Friedrich Reinitzer*, a sam termin "tečni kristal" smislio je malo kasnije nemački fizičar *Otto Lehmann*.

TV sa projekcijom na zadnjoj strani ekrana koristi projekcioni ekran umesto katodne cevi za prikazivanje slika. Ova vrsta TV-a nudi veću rezoluciju i jasnije boje, a noviji modeli koriste ekrane visokog kvaliteta koji omogućavaju veće uglove gledanja.

Projekcija na prednjoj strani ekrana funkcioniše slično kao projekcija na zadnjoj strani ekrana, osim što su katodne cevi ugrađene u posebnu jedinicu koja projektuje sliku na prednjoj strani TV ekrana. Ekran i projektor su odvojeni, tako da je veličina prikaza uglavnom ograničena na veličinu vaše sobe. Nešto skuplji projektori slike na prednjoj strani ekrana mogu da proizvedu jasniju sliku, ali to može da se vrši samo u zamračenoj sobi.

2.4 Prednosti i mane LCD i plazma televizora

Što se tiče **LCD televizora** njihove **prednosti** se ogledaju u sledećim osobinama: veća izvorna rezolucija (veći broj piksela na ekranu), troše nešto manje energije od plazmi, laganiji su kod istih dijagonala, nemaju problema sa slikama, sa *screen burn-in* efektom pogodniji su za spajanje na računar i igranje igara na konzolama poput *Sony Playstationa*, LCD zasloni manje reflektuju svetlo od plazma zaslona i pogodniji su za upotrebu u osvetljenim i otvorenim prostorima.

Mana LCD ekrana je u tome što zahtevaju pozadinsko svetlo da bi slika bila vidljiva. Ovo pozadinsko osvetljenje uvek odaje svetlost čak i kada se na ekranu prikazuje crna slika pa zbog toga crna boja izgleda više kao tamno siva nego kao crna. Rok trajanja lampi koje daju ovo pozadinsko osvetljenje je kraći od trajanja klasičnih CRT ekrana.

Prednosti plazma televizora su: bolji kontrast, veći ugao vidljivosti, jasnije boje, mali odziv iz čega proizilazi da plazma odlično prikazuje brze pokrete i mogu biti primetne tek na ekranima većim od 42 inča (107 cm).

Prvi **nedostatak plazma ekrana** je što ih nije preporučljivo naginjati. Verovatno najvažniji nedostatak plazma ekrana je u tome što najviše troše električnu energiju pri radu. Najveća mana plazme je *screen burn-in* efekat slike i refleksija ekrana. Rizik od *screen burn-in* efekata smanjuje se na način da plazmu koristite s određenim ograničenjima u prvih 200 sati rada (smanjivanje kontrasta i osvetljenje ispod 50% vrednosti, izbegavanje prikaza statičnih slika na ekranu više od 30 minuta i gledanjem slike preko celog ekrana, u 16:9 modu).

2.5 Radni vek LCD televizora

Radni vek za mnogo vrste televizora je prilično nepoznata stvar. Uobičajena mudrost je da LCD ekrani imaju duži vek tavanja od plazmi, što je istina. Međutim zabluda je da LCD ekrani traju zauvek.

Kod LCD televizora, radni vek je blizu 60.000 časova (oko 6 godina neprekidnog rada). Neki proizvođači tvrde da njihovi LCD televizori imaju radni vek do 80.000 časova, međutim to se odnosi samo ako su neprekidno korišćeni u sobi sa savršenim i nepromenljivim mikroklimatskim uslovima. Naravno, potpuno je nerealno očekivati da će televizor biti korišćen u tako savršenim uslovima. Najvažnija stvar kod veka trajanja LCD televizora je sledeće: radni vek LCD televizora je u stvari radni vek pozadinskog osvetljenja njihovih LCD ekrana. Lampe koje se koriste za pozadinsko osvetljenje se ne mogu menjati pa kad njihova svetlost izbledi i izgubi originalnu boju, to se može smatrati krajem tog televizora. Kod skupljih televizora poznatih marki kao što su *Sharp*, *Toshiba*, *JVC*, *Sony* i slični, vek trajanja ekrana je duži nego kod slabo poznatih proizvođača. Njihove lampe će duže vremena emitovati pravu svetlost.

Važan faktor koji utiče na radni vek našeg televizora je i podešavanje kontrasta. Prevelik kontrast dovodi do bržeg starenja lampi jer moraju raditi jače da bi održavale visok intenzitet svetlosti. Kontrast zbog toga treba podesiti prema svetlosnim uslovima u sobi gde se gleda televizor. Ako je u sobi tamno to zahteva smanjenje kontrasta. Kada je u sobi dosta svetlo tada kontrast treba malo pojačati.

3 KARAKTERISTIKE HDTV PRIJEMNIKA

Kupovina HDTV prijemnika je definitivno najzahtevnija jer od njegovog kvaliteta i mogućnosti zavisi čitavo vaše iskustvo i doživljaj gledanja. Kupovina HDTV-a se razlikuje od kupovine standardnog, SD televizora po daleko većem broju faktora na koje je potrebno obratiti pažnju prilikom kupovine. Dok se kod standarnih televizora najviše obraća pažnja na dijagonalu i tip ekrana, kod HDTV-a se još mora obratiti pažnja na rezoluciju, podržane standarde, brzinu odziva, osvetljaj, kontrast, broj i tip konektora itd.

3.1 Rezolucija HDTV prijemnika

Dve najčešće HD rezolucije su 1280×720 i 1920×1080 piksela. Ako malo prelistamo ponude trgovačkih centara primetićemo da se za malo novaca baš i ne može kupiti prijemnik koji podržava obe navedene rezolucije. Česta rezolucija povoljnih HD prijemnika je **1388×768 piksela** što omogućava gledanje 720p rezolucije, ali nije dovoljno za gledanje više, 1080p rezolucije. Cena televizora rezolucije 1080p još uvek je visoka i mora da se izdvoji velika suma novca, ako želimo da uživamo u ovom vrhunskom standardu.

Podržani standardi su drugi vrlo važan faktor na koji valja obratiti pažnju. Naime, kod jeftinijih modela proizvođači privlače manje iskusne kupce nalepicama "**HD Ready**" ili "**Digital Ready**". Kako bi uređaj mogao dobiti "**HD Ready**" nalepnicu, mora zadovoljavati ove standarde: minimum 720 fizičkih linija u *wide* formatu, HD ulaz bilo putem analognog YPbPr ili DVI ili HDMI konektora i ekran mora podržavati rezoluciju formata 1280×720 - 50 i

60 Hz *progressive scan* (720p) i 1920×1080 - 50 i 60 Hz *interlaced* (1080i).

3.2 Format ekrana HDTV prijemnika

Glavna nedoumica oko formata ekrana je izbor: 4:3 ili 16:9 format ekrana. Na ovo pitanje je teško dati pravi odgovor zbog danas dostupnih video sadržaja. S jedne strane imamo DVD i HD materijale koji su širokog formata, a s druge strane su tu zemaljski programi koji većinom emituju program u standardnom, 4:3 formatu. HD rezolucije 720p i 1080i su 16:9 formata što znači da će najbolje izgledati na ekranima sa takvim odnosom stranica. Ako se odlučimo za 4:3 format, tada ćemo 16:9 materijale da gledamo ili uz dve crne crte iznad i ispod slike (slika 3) ili ćemo da skaliramo sliku da popuni ekran pri čemu gubimo deo video informacije. S druge strane, ako se odlučimo za 16:9 HDTV, tada ćemo morati da skaliramo 4:3 signale tako da će nam levo i desno od slike ostati crne linije.



Slika 3. Prelazak sa jednog na drugi format

3.3 Osvetljaj i kontrast

Kontrast LCD ekrana predstavlja odnos najsvetlijeg i najtamnijeg dela ekrana, tj. govori nam koliko je puta bela tačka na ekranu svetlija od crne. Često viđene vrednosti su 500:1, 800:1, 1000:1, a mogu se pronaći i modeli koji nude 2000:1 ili čak 3000:1. U praksi, što je ovaj odnos veći to su vernije boje na ekranu. Kontrast ni na koji način ne utiče na oštrinu, rezoluciju ili osvežavanje ekrana, već isključivo određuje kvalitet prikazanih boja.

Osvetljaj (eng. *brightness*) meri se u broju kandela po metru kvadratnom (cd/m^2), a govori nam koliko jasno ćemo videti sliku na ekranu u uslovima velikog okolnog osvetljaja. Što je ova vrednost veća to ćemo lakše videti sliku na ekranu u uslovima jakog okolnog osvetljaja.

Tipičan TV prijemnik ima osvetljaj od oko 350 cd/m^2 , laptopovi starije generacije oko 400 cd/m^2 , a kod modernih ekrana i HDTV ekrana ova se vrednost može popeti i do 1000 cd/m^2 . Primer kontrasta i svetline ekrana prikazan je na slici 4.

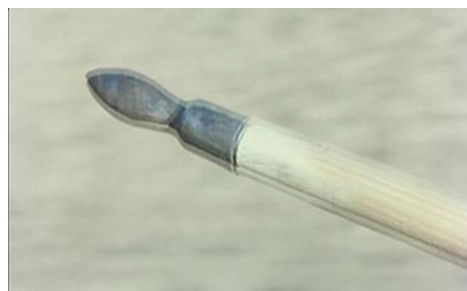
3.4 Brzina odziva

Brzina odziva (eng. *refresh rate*) nam govori o "lenjosti" tačaka ekrana da promene boju iz potpuno crne u potpuno belu. Stariji ekrani su imali spore matrice koje nisu bile u stanju da prikažu brže promene na ekranu što je rezultiralo tzv. duhovima (eng. *ghosts*) koji su umanjivali vernost video zapisa i kvarili ukupni doživljaj (slika 5).



Slika 4. Kontrast i svetlina ekrana

Brzina odziva se meri u milisekundama (ms), oko 30 ms predstavlja sporu matricu, a preporučuje se da se ova vrednost kreće ispod 12, odnosno 10 ms. Današnje matrice su vrlo brze, dodatno ubrzane "overdrive" sadržajima pa tako da 6 ms ili čak ispod 5 ms nije retkost.



Slika 5. Primer "ghostinga"

3.5 Opremljenost konektorima

Pošto se televizor ne koristi uvek samostalno već se priključuje na DVD plejer, kameru, *set top box* itd. vrlo je važno obratiti pažnju na to koje konektore poseduje i kako su raspoređeni. U budućnosti će biti sve više uređaja koji se spajaju HDMI kablovima pa je poželjno da ima što više HDMI priključaka (slika 6). Na žalost, retko koji televizor ima više od dva HDMI priključka. Ako planiramo da televizor dugo vremena ne menjamo, onda obavezno treba birati modele koji imaju tri ili četiri HDMI priključka, nikako manje od tri.



Slika 6. HDMI konektori

SCART kablovi su univerzalana zamena za sve analogne video i audio kablove. Na SCART konektor možemo priključiti SCART kablove ili adapter za bilo koje druge analogne audio-video kablove. Iako vreme analognih kablova polako prolazi, još dugo ćemo se sretati sa njima pa je poželjno izabrati model televizora koji ima bar dva SCART konektora a ni treći neće biti višak.

Kod nekih velikih televizora su priključci postavljeni sa zadnje strane pa im je teško prići kada je potrebno spojiti

neke kablove. Ako televizor nameravamo da zakačimo na zid, što je preporučljivo, potrebno je obratiti pažnju pri izboru modela televizora kod kojeg se konektori nalaze sa prednje strane ili bočno jer im se u usrotnom neće moći pristupiti.

4. 3D TELEVIZIJA

U poslednje vreme, svedoci smo povratka 3D video tehnologije na tržište, kao i pojave komercijalnih i pristupačnih 3D LCD televizora namenjenih kućnoj upotrebi. Ipak, ideja trodimenzionalnog prikaza nije toliko nova kao što bi se moglo pomisliti. Prvi pokušaji zabeleženi su još u prvoj polovini devetnaestog veka, a sve je započeo engleski naučnik i pronalazač Sir Charles Wheatstone. Pored brojnih izuma na poljima akustike i elektrotehnike, Wheatstone je 1838. godine opisao stereopsiju, odnosno trodimenzionalni vid, kao proces u kojem mrežnjače dva oka upućuju neznatno različite slike, a mozak ih uklapanjem pretvara u jedinstvenu trodimenzionalnu sliku. S obzirom da se rađanje ove teorije poklopilo sa počecima razvoja fotografije, nakon samo 6 godina David Brewster je konstruisao prvi stereoskop, napravu koja je pravila 3D fotografije.

4.1 Televizijski 3D prikaz

Televizijski prikaz u tri dimenzije predstavlja objedinjenje određenih sistema uz dodatak specifičnih tehnologija, a u najčešće korišćene ubrajaju se anaglifski, polarizacioni, autostereoskopski i sistemi sa izmenljivim sekvencama (*Alternate-frame sequencing*). Anaglifski 3D prikaz u osnovi predstavlja varijaciju linearne polarizacije, a efekat se postiže upotrebom hromatskih filtera u staklima 3D naočara. Autostereoskopski ekrani bazirani su na primeni naročitih sočiva i drugih dodataka koji omogućavaju 3D efekte na LCD panelu, a karakteristični su po tome što ne zahtevaju nikakvu dodatnu opremu (naočare i sl.). Ograničenja ove tehnike ogledaju se u uskom polju koje obezbeđuje pun 3D ugođaj (audiofilmskim rečima – mali *sweet spot*), a duže gledanje može izazvati zamor očiju i glavobolju. Sistemi sa izmenljivim sekvencama, katkad nazivani i AI (*Alternate Image*) predstavljaju najnapredniju tehnologiju. Poput većine 3D snimaka, AI zahteva upotrebu dve kamere pri snimanju, da bi se nakon toga dva filma spojila u jedan kod kojeg su naizmenično poređane sekvence iz jednog i iz drugog snimka. Jednostavno rečeno, prvo se emituje sekvenca namenjena levom, pa za njom sekvenca namenjena desnom oku. Logično, ovakva postavka duplira vrednost sekvenci u sekundi, pa umesto uobičajenih 24 sada postoji punih 48 frejmova.

Deo neophodne opreme predstavljaju sofisticirane naočare opremljene veoma brzim blendama koje se otvaraju samo kada je na ekranu slika namenjena “njihovom” oku – leva je otvorena kada se na ekranu nalazi sekvenca namenjena levom oku, a zatvorena kada je na ekranu “desna” sekvenca.

Sinhronizacija naočara sa slikom obavlja se bežičnim putem. AI sistemi, iako praktično ne postoje u bioskopskim salama, uživaju veliku popularnost u kućnim 3D sistemima, kao i u 3D gejmingu.

5. ZAKLJUČAK

Pored povećanog broja kanala, digitalni signal i kompjuterizacija sistema proizvodnje i emitovanja programa utiču i na promenu kvaliteta slike i zvuka. U pogledu unapređenja kvaliteta slike, digitalna televizija će moći da se prati putem TV prijemnika sa ravnim ekranom, formata slike 16:9. To je format svojstven televizorima novije generacije, odnosno plazma i LCD televizorima. Digitalni signal će moći da se prima i na tradicionalnim, klasičnim televizorima, ali samo uz poseban dekodler za konvertovanje analognog u digitalni signal. Boljim kvalitetom slike i zvuka, oslobađanjem spektra i kompjuterizacijom sistema proizvodnje digitalna televizija omogućava uspostavljanje novih usluga, koje se odnose na oblast komunikacija, informacionog društva i razvijenije interakcije u pogledu dvosmernog toka komunikacije između gledalaca i emitera. Nove komunikacione usluge koje omogućava digitalno emitovanje TV programa odnose se na bežične širokopojasne usluge, prenos multimedijalnih i video aplikacija do mobilnih i fiksnih monitora, kao i usluge javne sigurnosti, i to u slučajevima opasnosti.[3]

6. LITERATURA

- [1] www.hdtelevizija.com
- [2] www.hi-files.com
- [3] www.multimedia.benchmark.rs
- [4] www.sk.rs
- [5] www.videomajstor.com
- [6] www.exposureroom.com
- [7] www.codecave.org
- [8] www.thecasespace.com

Kratka biografija



Grujica Mladenović rođen je u Bijeljini 1985. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj - Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2012.god.

САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ СА УЧЕШЋЕМ ПОЛИЦИЈСКИХ СЛУЖБЕНИКА У КАЛИФОРНИЈИ

TRAFFIC ACCIDENTS WITH THE PARTICIPATION OF POLICE EMPLOYEES IN CALIFORNIA

Драган Николић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Саобраћајна полиција кроз контролу саобраћаја у значајној мери утиче на побољшање безбедности саобраћаја. Међутим, у свакодневним активностима ризик од учешћа возила са полицијским службеницима у саобраћајним незгодама је већи уколико су и њихове активности на терену веће. У раду су анализирани саобраћајне незгоде са учешћем полицијских службеника на подручју Калифорније.

Abstract – Traffic police in traffic control significantly improves traffic safety. However, the daily activities of the risk share vehicles with police officers in traffic accidents is higher if their activities and actions on the field more. This paper analyzes the accident with the participation of police officers in California.

Кључне речи: Саобраћајне незгоде, полицијски службеници.

1. UVOD

Поред разних превентивних мера које друштво примењује зарад смањења односно ублажавања последица саобраћајних незгода, оно мора вршити и превентивни надзор над поштовањем прописа и на тај начин допринети стварању безбедније средине по све учеснике у саобраћају. Превентивни надзор се остварује кроз контролу саобраћаја, и она има за циљ да понашање учесника у саобраћају задржи у нормативно дозвољеним оквирима. Контрола саобраћаја поред свог превентивног карактера у неким случајевима има и репресивна обележија (у смислу зато што поједини учесници немају довољан ниво знања и културе за поштовање постављених друштвених норми).

При обављању контроле саобраћаја полицијски службеници су веома често у ситуацији да морају донети одлуку да ли кренути у потеру за прекршиоцима који неће да стану на прописан знак. На тај начин долазимо до теме овог рада тј. негативне појаве које долазе са овим аспектом контроле, а то су страдања полицијских службеника и негативне последице по остале учеснике у саобраћају услед офанзивне вожње која је неминовна у овом случају.

Предмет рада су саобраћајне незгоде у којима долази до страдања и озбиљних повреда службеника полиције. Простор истраживања је калифорнија, а временски обухват истраживања је период од 1997. до 2007.

2. САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ СА УЧЕШЋЕМ СЛУЖБЕНИКА САОБРАЋАЈНЕ ПОЛИЦИЈЕ

Са посебним освртом на страдања, ова анализа се фокусира на патролна возила, у периоду од 1990 – 2004. године, са укупно 180 настрадалих службеника полиције у Калифорнији. За поменути период у 77 саобраћајних незгода је учествовало бар једно патролно возило. Од укупног броја поменутих незгода, пажња је усмерена на 29 случаја која се односе на саобраћајне незгоде са службеним возилима полиције. Што се тиче 48 настрадалих службеника полиције, 23 службеника полиције је настрадало у вожњи мотоцикла, 4 службеника полиције су били путници у возилу, 1 службеник полиције је настрадао за време контроле заустављеног возила, 7 службеника полиције је настрадало у ваздушном саобраћају, 1 службеник полиције је настрадао када је неки предмет ударио у возило, 11 службеника полиције су настрадали као пешаци од стране удара возила, и 1 службеник полиције је страдао ударом воза.

Саобраћајне незгоде са телесним повредама су анализирани у периоду од 1997 – 2007. године. Многи фактори који се тичу операција патролним возилима у Калифорнији су се променили од 1990. године. Најистакнутији фактор који је промењен представља популација у Калифорнији и њен утицај на загушења у саобраћају. Додатне факторе представљају број лиценцираних возача и број службеника полиције у држави.

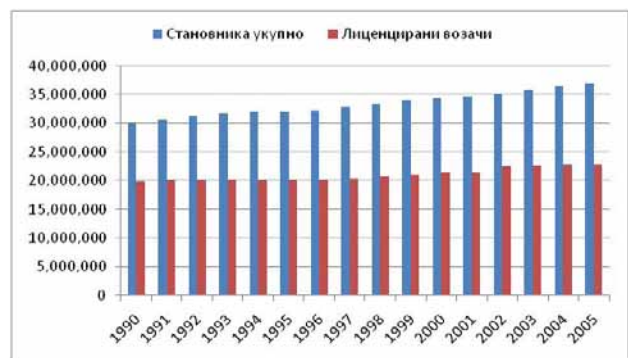


График 1. Укупна популација становника и возача, Калифорнија, 1990-2005.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био Драган Јовановић, ванр. проф.



График 2. Популација полицијских службеника, Калифорнија, 1990-2005.

Тренд телесних повреда (укључујући и страдања) у саобраћајним незгодама службеника полиције дат је на графику 3. При повећању броја службеника полиције и број саобраћајних незгода са повређеним службеницима полиције би требао да се повећа (приближно истом односу). Број службеника полиције је повећан за око 18% у периоду од 1990. до 2007. године. Број саобраћајних незгода са повређеним (укључујући и настрадалим) службеницима полиције је повећан за 194% у периоду између 1997. и 2007. године.

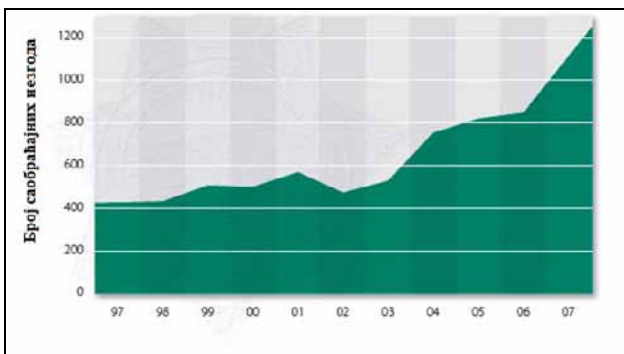


График 3. Саобраћајне незгоде са телесним повредама службеника полиције, Калифорнија, 1990-2005.

Стопа повреда службеника полиције у саобраћајним незгодама се повећала непропорционално у односу на раст популације службеника полиције.

Овај несразмерни пораст повреда службеника полиције у саобраћајним незгодама представља кључ разумевања проблема у целини. Проблем не представља само повећање броја саобраћајних незгода са повредама, већ и колико се пута повећао. Број ових саобраћајних незгода се повећао за више од 11 пута у односу на било који разматрани тип саобраћајних незгода.

Популација Калифорније се на годишњем нивоу увећала за око 1,4% у периоду од 1990. до 2005. године. Број службеника полиције има раст на годишњем нивоу око 1% у периоду од 1990. до 2007. године. Број повређених службеника полиције у Калифорнији се у периоду од 1997. до 2007. године повећао на годишњем нивоу за око 11%.

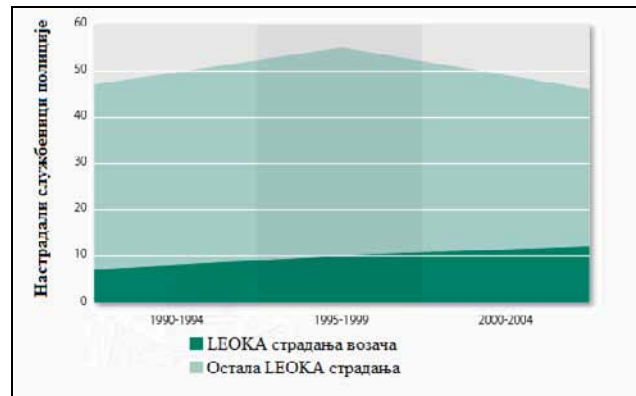


График 4. Настрадали службеници полиције, Калифорнија, 1990-2005.

Поређење повећања броја настрадалих службеника полиције као возача аутомобила са осталим страдањима службеника полиције дата је на Графику 4. Страдања као последица управљањем возилом је у порасту; укупан број страдања у осталим случајевима је у опадању

3. СИТУАЦИОНА И ДЕМОГРАФСКА АНАЛИЗА НАСТРАДАЛИХ СЛУЖБЕНИКА ПОЛИЦИЈЕ

Претпоставка да “млађи” службеници полиције (возачи) или они са “мање искуства” су у највећем ризику од повреда или страдања у саобраћајним незгодама, је честа. Повремено, горе наведени фактори се комбинују са како би се навело, односно дошло до закључка да су млађи службеници и они са мање искуства ризичнија група. Логички, ова тврдња има смисла и можда је статистички тачна. Међутим, ове тврдње или очекивани разлози не морају бити тачни (на пример млади или неискусни полицијски службеници не возе добро).

За период од 1990. до 1994. године График 5. илуструје значај опсега старосног доба (26-42) и широки опсег искуства (1-16) за настрадале службенике полиције. У актуелној литератури је утврђено да службеници полиције (возачи) који су настрадали у саобраћајној незгоди, најчешће имају (58%) мање од 5 година искуства, такође неки (32%) имају мање од 2 године искуства.



График 5. Настрадали службеници полиције према годинама старости и искуству, Калифорнија, 1990-1994.

За период од 1995. до 1999. године (график 6.) поново је дат опсег (године живота: 25-48 и искуство у годинама <1-27); међутим, тренд страдања у односу на године искуства, није исправан. Највећи део година искуства је нешто испод 7 година, 70% настрадалих службеника полиције је имало мање од 5 година искуства и 10% мање од 2 године искуства.

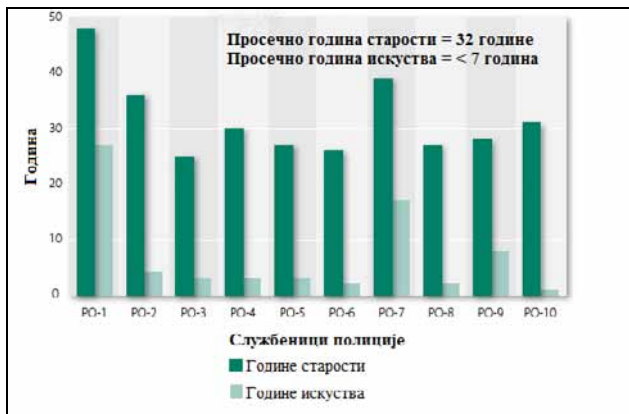


График 6. Настрадали службеници полиције према годинама старости и искуству, Калифорнија, 1995-1999.

Коначни период од 2000. до 2004. године је дат на Графику 7. и приказује благи супротан тренд. Године живота се крећу од 26 до 66, а године искуства од 2 до 25. Док 25% службеника полиције има мање од 5 година искуства, преко 33% има више од 20 година искуства. Просечно старосно доба је 41,5 година, а просек година искуства је 12. У овом периоду који је анализиран, Калифорнија не прати национални тренд у броју страдања службеника полиције.

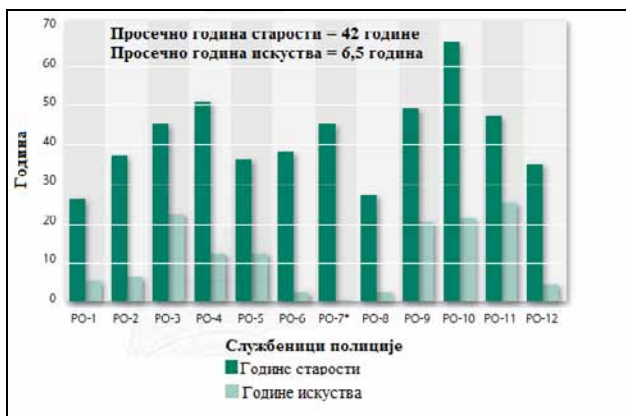


График 7. Настрадали службеници полиције према годинама старости и искуству, Калифорнија, 2000-2004.

Постоји пуно питања која су значајна у анализи саобраћајних незгода. У случају саобраћајних незгода службеника полиције постоје четири питања која су најзначајнија и то:

1. Да ли се јављао/јављала на позив?
2. Да ли је учествовало још неко возило у саобраћајној незгоди? (на супрот удару у неки објекат или не учествовања другог возила у незгоди)
3. Којом брзином се кретало возило којим је управљао/управљала?
4. Да ли је користио/користила сигурносни појас?

У периоду од 1990. до 2004. године, више од пола (55%) службеника полиције је настрадало у вожњи за време узвраћања позива диспечерском центру. Мање од пола (14%) се сударило са другим возилом. Брзина је била најзначајнији фактор за највећи број саобраћајних незгода (83%). На крају, сигурносни појас је користило највећи број припадника полиције у тренутку настанка саобраћајне незгоде (83%) (График 8.).

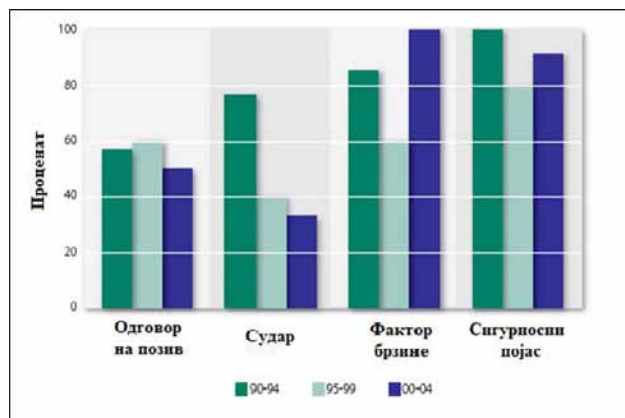


График 8. Околности везане за страдање службеника полиције, Калифорнија, 2000-2004.

4. УЗРОЦИ НАСТАНАКА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА СЛУЖБЕНИХ ВОЗИЛА ПОЛИЦИЈЕ

Неки примарни фактори настанка саобраћајних незгода који имају утицај на грађане (возачи који не морају возити брзо-хитне интервенције) имају утицај и на службенике полиције као возаче. Уобичајени фактори, као што је прекорачење брзине, има највећи удео. Неколико уобичајених фактора за операције службених возила полиције представљају секундарне узроке настанка саобраћајних незгода а слични су са факторима који нису уобичајени за популацију која нема вожње хитних интервенција.

„Небезбедна брзина,“ је главни узрок настанка саобраћајних незгода са телесним повредама у којима је службеник полиције управљао службеним возилом полиције. Овај узрок је скоро 3 пута чешћи од наредног главног узрока („Непрописно кретање аутомобила на путу“); односно, „Небезбедна брзина“ представља узрок настанка саобраћајне незгоде у једној од три саобраћајне незгоде са телесним повредама или настрадалим лицима (График 9.).

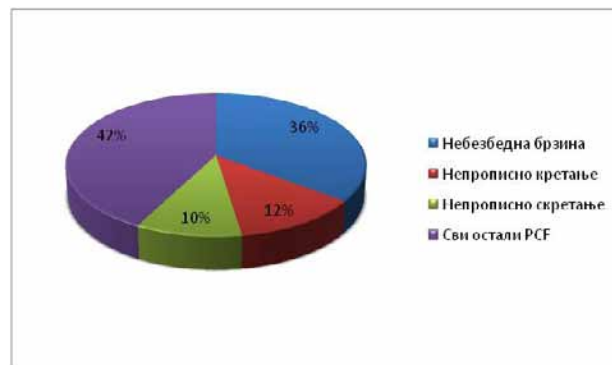


График 9. Фактори настанка саобраћајних незгода службеника полиције, Калифорнија, 1997-2007.

Све стране се слажу са тврдњом да је небезбедна брзина најдоминантнији PCF како у саобраћајним незгодама са повређеним тако и у оним са настрадалим службеницима полиције. Ова тврдња је у складу са Калифорнијском ЛЕОКА студијом (83% саобраћајних незгода са настрадалим службеницима полиције као возачи, је настало као последица кретања небезбедном брзином). Службеници полиције често имају потребу, али и тенденцију да возе брже. У ЛЕОКА студији је установљено да је тек 55% саобраћајних незгода са настрадалим службеницима полиције настало након одазива на вршење дужности. Ово показује да службеници полиције возе брзо и у случајевма када за тим немају потребе, што значи да можда постоје неки проблеми по питању политике и културе у случају управљања возилом. Управљање возилом при већим брзинама (на пример прекорачење дозвољене брзине) повећава вероватноћу за настанак саобраћајне незгоде.

Собзиром на природу посла службеници полиције су изложени већем потенцијалном ризику у односу на припаднике других професија (на пример рачуноводство, просвета, право и друге). Међутим, брза возња од стране службеника полиције када они за тим немају реалну потребу, повећава ризични фактор. Ова пракса доводи до угрожавања безбедности самих припадника полиције, али и учеснике у саобраћају.

Проблеми непрописног кретања аутомобила и непрописна скретања настају на раскрсницама. Раскрснице су индентификоване као опасна места на којима може доћи до саобраћајне незгоде. Службеници полиције у хитним случајевима често морају да занемаре прописе на раскрсницама, што повећава ризик од настанка саобраћајне незгоде.

За “Секундарне узроке и утицајне факторе”, важи да имају мањи значај у односу на факторе наведене у претходном делу.

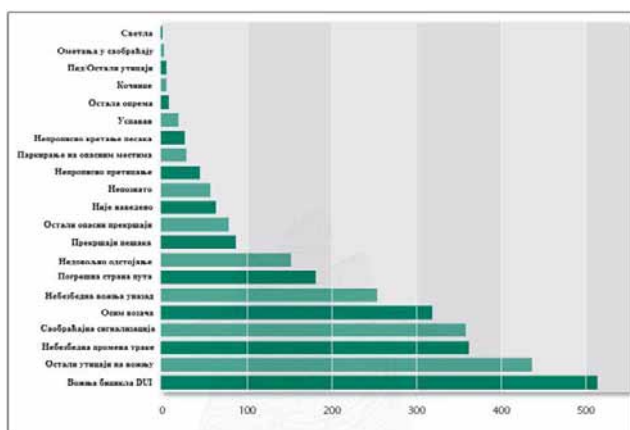


График 9. Секундарни фактори настанка саобраћајних незгода службеника полиције, Калифорнија, 1997-2007.

Нека истраживања показују да је чак 80% саобраћајних незгода изазвано ометањем возача (Weiss, 2007). Ометање возача се може поделити у две категорије. Те две оновне категорије су “унутрашње” (на пример, размишљање о дешавању на лицу места

ка коме су се службеници полиције упутили) и “спољно” (на пример, употреба радио пријемника или мобилног терминала - МДТ). Комбиновањем унутрашњег и спољног ометања повећава се и вероватноћа за настанак саобраћајне незгоде. Количина, односно број задатака који се постављају службенику полиције као возачу у хитним возњама предствља значајан фактор (радио пријемници, скенери, рачунари, светла, сирене). Дошло се до закључка да су потребна додатна истраживања како би се утврдило да ли постоји неко практично решење за отклањање ових проблема.

5. ЗАКЉУЧАК

Стопа саобраћајних незгода са настрадалим и повређеним службеницима полиције у Калифорнији је знатно изнад националног просека (и још увек се повећава). Постоје више фактора који утичу на ово повећање.

Небезбедна брзина је примарни фактор настанка саобраћајних незгода у приближно једној трећини свих саобраћајних незгода са телесним повредама.

Смењење непотребних прекорачења брзина од стране службеника полиције може укључити иницијативе безбедности, стриктнију примену политике, строжије спровођење правила, аутоматски локатор возила праћење/надгледање или имплементација програма “каква је моја возња”.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Инић, М. (2004). Безбедност друмског саобраћаја, ФТН, Нови Сад.
- [2] California Commision on Peace Officer Standarrds and Training. (2009). Post driver training study (Volume 1).
- [3] Schmidt-Cotta, R., Ciano, F. J., & Rae, C. D. (2005). Accident and event data recording: an international review of legal and political implications. FDCC Quarterly, 55(3), 363-387.
- [4] Tay, R. (2005). General and specific deterrent effects of traffic enforcement: do we have to catch offenders to reduce crashes? Journal of Transport Economics and Policy, 39, 209-223.
- [5] Weiss, M. (2007). Confronting driver distraction. The Futurist, 41(1), 16-17.

Кратка биографија:



Драган Николић рођен је у Сремској Митровици 1983. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2012. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању венредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

VANTERITORIJALNA RAZMENA POŠILJAKA I MEĐUNARODNI POŠTANSKI CENTRI

EXTRATERRITORIAL EXCHANGE OF MAIL AND INTERNATIONAL MAIL PROCESSING CENTRES

Boris Popratnjak, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Članice UPU utvrđuju stope koje plaćaju jedna drugoj za pošiljke koje se generišu u jednoj zemlji a završavaju u drugoj. Kada se isti proizvod drugačije ceni na dva ili više tržišta moguće je iskoristiti tu neravnotežu. Ovaj način eksploatacije je poznat u "poštanskom svetu" kao arbitraža. Vanteritorijalne kancelarije razmene koriste ove mogućnosti na način koji nije moguć zvaničnim nacionalnim poštanskim upravama. Ove kancelarije i pored toga predstavljaju budućnost liberalizovanog tržišta poštanskih usluga i potrebno je naći konkretna rešenja za sve nastale probleme uključujući i probleme vezane za međunarodne poštanske centre.

Abstract – UPU members determine the rate paid by each other for items that are generated in one country and end in another. When the same product is priced differently by two or more markets than one can take advantage of that imbalance. This mode of operation is known in the "postal world" as arbitrage. Extraterritorial offices of exchange used these opportunities in ways not possible to official national postal administrations. Nevertheless these offices are the future of liberalized postal market and there is a need to find concrete solutions for any resulting problems, including problems related to international postal centers.

Ključne reči: UPU, ETOE, IMPC, IMPC kod.

1. UVOD

Sa procesom liberalizacije tržišta sve više operatora se takmiči u prenosu pošiljaka sa drugim operatorima, nalaze nove, bolje, brže i jeftinije načine za transport pošiljaka tako pokušavajući da privuku više korisnika. Otvaranje vanteritorijalnih kancelarija razmene predstavlja samo još jedan korak u liberalizaciji tržišta.

Sa svakom novom tehnologijom pojavljuju se razni novi problemi ali otkrivaju se i stari kod već postojećih tehnologija.

Mnogi problemi vezani za vanteritorijalne kancelarije razmene su posledica zastarelih tehnologija koje korsiti UPU, a njihovom pojavom pojavili su se i novi problemi vezani za međunarodne poštanske centre odnosno kodove koji one koriste pri rutiranju pošiljaka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je prof. dr Momčilo Kujačić.

2. SPISAK KORIŠĆENIH POJMOVA

Svetski poštanski savez (UPU) je specijalizovana ustanova Ujedinjenih Nacija, koja reguliše univerzalne poštanske usluge. Poštanska unija sa svojih 191 zemalja članica oblikuje najveću fizičku distributivnu mrežu u svetu.

Upravni savet (Council of Administration) se sastoji od 41. zemlje članice i sastaje se jednom godišnje u sedištu UPU u Bernu. Savet obezbeđuje kontinuitet rada UPU-a između Kongresa, nadzire njegove aktivnosti i proučava regulatorna, administrativna, zakonodavna i pravna pitanja.

Akti UPU. Ustav Svetskog poštanskog saveza je osnovni akt koji sadrži organska pravila Unije. To je diplomatski akt, ratifikovan od strane nadležnih organa svake zemlje članice. Izmene i dopune mogu se vršiti samo u kongresu i evidentiraju se u dodatnom protokolu, koji je takođe predmet ratifikacije.

3. IMPC

Međunarodni poštanski centri su prerađivači pošiljaka koji imaju značaj za prerađivanje među-državne (internacionalne) pošte odnosno pošiljaka, bilo zbog toga što generišu (šalju) ili primaju pošiljke ili zato što deluju kao tranzitni centar za pošiljke razmenjene između ostalih IMPC-ova.

Svaki IMPC registrovan kod UPU se identifikuje globalno jedinstvenim identifikacionim kodom koje se sastoji od 6 karaktera (slova), i koji se zove IMPC kod, kao na slici 1.



Slika 1. Primer IMPC koda

Aneksom na UPU-ov tehnički standard S34 regulisan je način registracije IMPC koda. Međunarodni poštanski centar (i njegov odgovarajući kod) se može otvoriti, modifikovati ili zatvoriti. Formular se koristiti za sve zahteve za ažuriranje registra IMPC-a. Poseban primerak obrasca treba da se koristi za svaki zahtev za ažuriranje. Popunjeni formulari sadrže izjavu da je organizacija odgovorna za rad IMPC-a dobila sve dozvole ili druga ovlašćenja neophodna, prema zakonima zemlje u kojoj je

će IMPC biti ili je već lociran, za rad tog međunarodnog poštanskog centra i biće potpisan od strane jednog ili više predstavnika organizacija koje su propisno ovlašćene da daju pravno obavezujuće izjave u njeno ime. Popunjeni obrasci se šalju na adrese Internacionalnog biroa odnosno Odboru za standarde u Švajcarskoj.



Slika 2. Unutrašnjost jednog većeg međunarodnog poštanskog centra (Šangaj)

4. ETOE

Pritisci konkurencije na međunarodnom poštanskom tržištu doveli su do porasta broja kompanija (organizacija) koje žele da osvoje (preuzmu od drugih kompanija) određene količine prekograničnih pošiljaka nekada rezervisanih za pružaoca univerzalne usluge na svojoj teritoriji.

Sa liberalizacijom tržišta privatni operatori su počeli da se takmiče sa pružaocima univerzalne usluge za prenos pošiljaka. Preduzimljive nacionalne poštanske uprave su takođe počele da se takmiče za prenos pošiljaka uspostavljanjem kancelarija ta razmenu pošiljaka na teritorijama drugih zemalja.

Vanteritorijalna kancelarija za razmenu pošiljaka je kancelarija ili objekat van svoje nacionalne teritorije (odnosno teritorije svog univerzalnog operatora), na teritoriji druge države kojom upravlja ili je u vezi sa svojim nacionalnim poštanskim operatorom (univerzalnim operatorom). Ovo se radi u komercijalne svrhe da bi se privukli korisnici na tržištima van svoje nacionalne teritorije, i koja dostavlja poštu u skladu sa odredbama i propisima Svetskog poštanskog saveza.

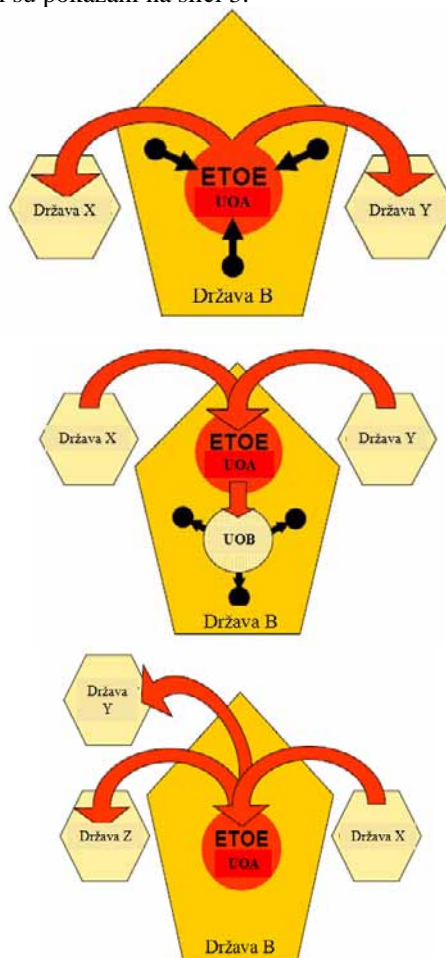
Kao deo rutinskog poslovanja, vanteritorijalne kancelarije razmene prihvataju masovni reklamni materijal, pisma, prepiske, publikacije, pakete i druge proizvode. One onda konsoliduju te pošiljke, procene konkurentne cene za transport i isporuku, i šalju pošiljke koristeći najefikasniji mogući način transporta.

Virgin Atlantic je britanska aviokompanija (flag carrier). Dok operator pružalac univerzalne poštanske usluge mora generalno da koristi domaće avio-kompanije i plaća cene utvrđene od ranije cenovnikom, vanteritorijalne kancelarije razmene mogu da pregovaraju sa kompanijama kao što je Virgin Atlantic za niže cene transporta pošiljaka.

Postoje tri glavna tipa ETOE:

- ETOE za pošiljke namenjene inostranstvu
- ETOE za dolazeće pošiljke
- Tranzitni ETOE

Primeri su pokazani na slici 3.



Slika 3. PRIMER tri vrste ETOE za pošiljke namenjene inostranstvu, dolazeći i tranzitni

Iz spiska sa validnim IMPC kodovima a koji se nalazi na sajtu Svetskog poštanskog saveza i koji se redovno ažurira se može videti da je danas operativno 136 vanteritorijalnih kancelarija razmene (spisak poslednji put ažuriran 13. juna 2012. godine). Ovo verovatno nije tačan njihov broj jer verovatno ima država koje koriste trenutno stanje u kome još nisu poznate sve regulative koje se tiču ove oblasti pa ima prostora za dodatan profit uz manje uloženog novca.

5. Kontroverze oko ETOE u UPU

Različiti ekonomski podsticaji su izazvali neke aktere na tržištu prekograničnih pošiljaka da podrže vanteritorijalne kancelarije razmene, dok im se drugi snažno suprotstavljaju. Pošte pružaoci univerzalne usluge u industrijalizovanim zemljama imaju različite stavove. Neke pošte pružaoci univerzalne usluge u industrijalizovanim zemljama se protive njihovom radu osim kada poštanska uprava dobija više prihoda kao rezultat sopstvenih ETOE operacija nego što gubi radom stranih ETOE.

Privatni operatori se takođe protive vanteritorijalnim kancelarijama razmene jer one mogu da naplaćuju manje od privatnih operatora pošiljke koje su poslate bilo kojoj zemlji koja tretira pošiljke poslate od strane ETOE kao poštu koja podleže UPU aktima. Uprkos ovim ekonomskim podsticajima za korišćenje vanteritorijalnih kancelarijama razmene umesto pružaoca univerzalne

usluge, takođe treba napomenuti da se u praksi često prednost daje nacionalnim poštama odnoso poštama pružiocima univerzalne usluge. Sama pretnja neisporuke ili odlaganja slanja pošiljke može sprečiti mnoge pošiljaoce da koriste vanteritorijalne kancelarije razmene, čak i kada je razlika u ceni u značajnoj meri na strani ETOE.

6. Kongres u Bukureštu

Kongres u Bukureštu održan je u periodu od 15. septembra do 5. oktobra 2004. godine. Uprkos rezoluciji Saveta, države članice EU su učestvovala u Bukureštu kao pojedinačne zemlje sa očigledno malo koordinacije po pitanju politike o temama navedenim od strane Saveta. Države članice su ponudile pojedinačne predloge i zauzele pojedinačne, a ponekad i nedosledne stavove o pitanjima kao što su odnos prema ETOE-ima. Rasprava o politici prema ETOE-ima se svela na dva alternativna predloga.

Jedan od strane Kanade, Japana, Španije i SAD (predlog 48) i drugi od strane Belgije, Nemačke, Holandije, Švedske i Švajcarske (predlog 49). Drugi predlog je generalno bio više konkurentan i u skladu sa EU propisima za pošte. Grčka i Slovenija su ponudile treći pristup (predlog 75). (ETOE su bili jedna od glavnih tema na kongresu u Bukureštu a neke od tema su bile i restrikcije na nadoslanje pošiljaka, obaveza univerzalnog servisa, prekogranične tarife i ciljevi za kvalitet servisa).

7. Zemlje koje primaju i ne primaju ETOE

U januaru 2009. godine Svetski poštanski savez je poslao upitnik svim svojim članicama. Cilj upitnika je da se saznaju različiti regulatorni i operativni problemi sa kojima se suočavaju određeni operatori kada se bave pošiljkama koje su poreklom iz vanteritorijalnih kancelarija razmene kao i da traži predloge o tome kako se ovi problemi mogu rešiti.

Na sajtu UPU je postojao i "online" upitnik gde su zemlje članice, koje još uvek nisu popunile upitnik, mogle da se izjasne po ovom pitanju. Taj upitnik je zatvoren 30. septembra 2011. godine.

8. Rezolucija C44/2004 – deo koji se odnosi na vanteritorijalne kancelarije razmene

Kao rezultat diskusije oko ETOE tokom zasedanja Upravnog Saveta 2001. godine donete su privremene mere u vidu rezolucije CA 17/2001, koje su potvrdile da Akti Unije trenutno nemaju mere koje bi dale konkretne odgovore na pitanja i probleme oko ETOE i koje su tako nastavile da štite prihode poštanske administracije koje su vršile isporuku pošiljaka otpremljenih od strane vanteritorijalnih kancelarija razmene.

Nedostatak odluke UPU na ovo pitanje može dovesti do poremećaja u odnosima između poštanskih administracija i to zbog kompenzacija u ceni administracije (upravljanja) isporuke pošiljaka od strane vanteritorijalnih kancelarija razmene. Kompenzacija koja se trenutno vrši tj. bazirana je na obostranoj razmeni pošiljaka koja je obavezna zbog vršenja univerzalne usluge i ova kompenzacija se ne odnosi na troškove administracije isporuke od strane vanteritorijalnih kancelarija razmene.

I takođe se u ovoj rezoluciji objavilo da se ništa ne može protumačiti na način da se traži od nekog poštanskog operatera da primi pošiljke iz ETOE tako da za te pošiljke važe akta UPU-a.

9. Rezolucija C63/2008 – deo koji se odnosi na vanteritorijalne kancelarije razmene (ETOE) i međunarodne poštanske centre (IMPC)

Preko rezolucije C 63/2008, Kongres je uputio Savetu za poštansku operativu, između ostalog:

– da uče i prilagode, ili preporuča prilagođavanje, informacionim zahtevima u standardu S34 i na papirnim UPU oblicima na takav način da je poreklo i operator pošiljke jasno identifikovan određenoj operateru, kao i avio kompanijama i carinskim organima koji rukuju pošiljkama. Na taj način će se dobiti tačne informacije o ETOE i IMPC registrovanim kod privatnih preduzeća, u skladu sa zahtevima drugih kancelarija za razmenu utvrđenih od strane UPU operatera,

– da ispituju operativne probleme koji proizilaze iz situacije u kojoj više od jednog operatera u istoj zemlji šalje ili prima međunarodne pošiljke, uključujući i uticaj na barkod strukturu, track and trace sistem, na sisteme za merenje kvaliteta, itd,

– da preispita postojeće politike i daje preporuke na referenciranje tehničkih standarda u UPU propisima.

Na kongresu se konstatovalo da su zemlje članice UPU identifikovale probleme i izazove u pogledu identifikacije operatora i njihovih kancelarija za razmenu, i na taj način je posebno ukazano na posledice vanteritorijalnih kancelarija razmene i registraciju IMPC-a privatnih kompanija (tzv. ne-univerzalni operatori), ali i aspekt više univerzalnih operatora. Takođe je napomenuto da je ukidanje suspenzije na registraciju za ne-univerzalne operatore odluka koja zavisi od Saveta poštanske operative i Upravnog saveta koji su uključeni u rešavanje ovog problema.

10. Dodatak rezoluciji C63/2008 deo koji se odnosi na vanteritorijalne kancelarije razmene (ETOE) i međunarodne poštanske centre (IMPC)

Predlog iz Švedske napominje probleme sa kojima se suočavaju određeni operatori i aviokompanije a koji se tiču uvođenja ETOE-a.

Na svom sastanku održanom 13. aprila 2010. godine, Transportna grupa je proučavala strukturu IMPC koda i razmatrala predloženu promenu u njegovoj strukturi

Na IATA - UPU konvenciji održanoj u Istanbulu 9. marta 2011. godine gde je tema bila avio pošiljke i problemi sa kojima se suočavaju, aviokompanije su ponovile svoju podršku predloženim promenama, ističući da bi promenom IMPC koda stvari postale jasnije, ukazujući međutim, da IMPC kodovi nisu bili avio kodovi. Oni su takođe tražili pojašnjenje u vezi sa korišćenjem IMPC kodova za ne-univerzalne operatore.

Što se tiče odgovornosti IB za upravljanje procesom registracije, održavanja i objavljivanja spiskova aktivnih IMPC kodova, IB je u razvoju veb-baziranog sistema nazvanog SCMS (Standards Code list Management

System) sa početnim fokusom na IMPC kodove i IMPC operatere.

11. Vanteritorijalne kancelarije razmene u SAD

Sjedinjene Američke Države odnosno Američka pošta je jedna od retkih koja pruža uvid (na svom sajtu i sajtu vlade a trenutani datum vezan za ažurnost podataka je 18. februar 2011. godine odnosno ovog datuma je poslednji put ažuriran spisak) u vanteritorijalne kancelarije razmene

koje trenutno rade odnosno operativne su na njihovoj teritoriji. Informacije o ovim ETOE-ima čak nisu dale sve pošte odgovorne za otvaranje nego su istraživanjem došli do podataka o svim ovakvim organizacijama koje su operativne na teritoriji SAD.

Dakle imamo 22. registrovane vanteritorijalne kancelarije razmene u SAD i one su raspoređene po većim gradovima i saobraćajnim čvorištima širom Amerike. Prikazane su na slici 4.



Slika 4. Raspored kancelarija razmene u SAD

12. Vanteritorijalne kancelarije razmene u Evropi

Liberalizacija poštanskog tržišta u Evropi obezbeđuje model zasnovan na stvarnim terminalnim troškovima sistema, gde vanteritorijalne kancelarije razmene već koriste te mogućnosti. Nadovezujući se na politiku Evropske Unije (EU) o poštanskoj liberalizaciji, koja omogućava konkurenciju u međunarodnom poštanskom tržištu, Sporazum za naknade obaveznih isporuka prekograničnih pošiljaka (sporazum REIMS II) uspostavlja terminalne (prekogranične) tarife zasnovane na procentu domaćih tarifa.

U takvom režimu, poštanske uprave koje žele više pošiljaka da transportuju (a sve to žele) mogu se takmičiti izvan njene tradicionalne teritorije za prekogranične pošiljke u drugim zemljama. Kroz ETOE poštanska uprava može da se takmiči u novo-otvorenim tržištima, usklađivanjem svoje superiorne poštanske stručnosti i efikasnosti, i tako da izgradi novu bazu klijenata.

Što se tiče Srbije s obzirom na zastarelost naše pošte u postupcima obrade pošiljaka kao i vremenima dostave koji su daleko od evropskih standarda svakako da bi ovakve pošte i ovaj novi vid konkurencije predstavljao pretnju. Međutim modernizacijom pošte koja je u toku (izgradnja 3 nova glavna poštanska centra u Novom Sadu, Beogradu i Nišu), a koja bi trebalo da ubrza postupke prerade pošiljaka, svakako da je i ovaj vid pošta jedna od mogućnosti dodatne zarade. S obzirom na veliki broj ljudi iz Srbije koji ne žive u Srbiji osnivanje jedne ovakve vanteritorijalne kancelarije razmene u krajevima gde je

naša dijaspora brojna bi sigurno dovelo do povećanja broja pošiljaka.

13. Zaključna razmatranja u vezi sa ETOE i IMPC

U poslednjih nekoliko godina, neki poštanski operatori i UPU su postali zabrinuti u vezi sa vrstom zaobilaznih operacija vanteritorijalne kancelarije razmene (ETOE). Vanteritorijalna kancelarija razmene je kancelarija poštanske uprave nastale na teritoriji druge poštanske uprave. Na primer, Evropska poštanska uprava može da osnuje kancelariju u Sjedinjenim Američkim Državama i prihvati pošiljke namenjene za Evropu ili neku drugu lokaciju. Ako je Evropska poštanska uprava mogla da koristi iste UPU granične tarife, carinske privilegije i dokumentaciju kao i Američka pošta, onda ona može direktno da se takmiči sa Američkom poštom u slanju pošiljaka ka inostranstvu. Iz perspektive većine članica UPU, ETOE je iskoristio nepravednu prednost u graničnim tarifama koje su bile ispod stvarnih troškova isporuke u industrijalizovanim zemljama.

Kratka biografija:



Boris Popratnjak rođen je u Bačkoj Topoli 1987. god. Diplomski - master rad odbranio je 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.



**SAOBRAĆAJNO-TEHNOLOŠKA ANALIZA TRANSPORTA BENZINA IZMEĐU
RAFINERIJE „PANČEVO“ I LUKE „RENI“**

**TRANSPORTATION AND TECHNOLOGY ANALYSIS OF TRANSPORT OF PETROL
BETWEEN REFINERY „PANČEVO“ AND PORT „RENI“**

Nikola Stojanović, Vladimir Škiljaica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu obrađuje se problematika transporta tečnog tereta unutrašnjim plovnim putem u međunarodnom saobraćaju. Za zadati transport se vrši saobraćajno-tehnološka analiza. Saobraćajno-tehnološka analiza se svodi na definisanje linije Pančevo-Reni, karakteristike robe i robnih tokova, nakon čega se oblikuje organizacija prevoza i na osnovu proračuna troškova prevoza se vrši odabir optimalnog tipa motornog teretnjaka za koji se vrši analiza eksploatacionih pokazatelja rada.

Abstract – This paper deals with the issue of transportation of liquid cargo through the inland waterway. For a given transport is performed transportation and technology analysis. Traffic and technological analysis consists of defining the line Pancevo-Reni, characteristics of goods and cargo flows, after which the organization of transport is shaped, and the optimal type of motor freighter is selected on the basis of budget cost of transportation for which the analysis of the exploitation of labor.

Cljučne reči: transport tečnog tereta, rečni transport, eksploatacioni pokazatelji rada flote

1. UVOD

Potrebno je transportovati 10000 t pirolitičkog benzina od rafinerije „Pančevo“ do luke „Reni“ i 8000 t primarnog benzina od luke „Reni“ do rafinerije „Pančevo“ u periodu od 1. Januara do 31. decembra 2011. Godine. Svaki mesec je potrebno transportovati određenu količinu robe koja je unapred poznata. Transport se vrši pomoću homogenog plovnog parka sastavljenog od samohodnih motornih teretnjaka.

Cilj rada se ogleda u odabiru motornog teretnjaka čije karakteristike su usklađene sa karakteristikama plovnog puta i transportovane robe. Nosivost ovog motornog teretnjaka treba da bude takva da obezbeđuje transport zadate količine tereta u predviđenom roku uz minimalne troškove eksploatacije.

2. DEFINISANJE LINIJE PANČEVO - REND

Linija Pančevo-Reni se celom svojom dužinom nalazi na reci Dunav.

NAPOMENA:

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

Izboru odgovarajućeg plovila za transport prethodi razmatranje osnovnih karakteristika reke Dunav, navigacionih uslova na plovnom putu i terminala otpreme i dopreme.

Dunav ima dužinu od 2857 km, nastaje u Nemačkoj od na planini Švarcvald, protiče kroz 10 zemalja (Nemačka, Austrija, Slovačka, Mađarska, Hrvatska, Srbija, Rumunija, Bugarska, Moldavija i Ukrajina) i uliva se u Crno more.

Terminali otpreme i dopreme su rafinerija „Pančevo“, koja se nalazi na teritoriji Srbije na 1153 km Dunava, i luka „Reni“ koja se nalazi na teritoriji Ukrajine na 128 km reke Dunav. Oba terminala su opremljena stanicama za manipulaciju naftom i naftnim prerađevinama.

3. KARAKTERISTIKE ROBE

Karakteristike plovila su uslovljene karakteristikama robe koju treba transportovati.

Pirolitički benzin je bezbojna, lako zapaljiva tečnost, karakterističnog oštrog mirisa. Uglavnom se koristi kao rastvarač, kao sirovina za ekstrakciju aromata i za proizvodnju visokooktanskog motornog benzina.

Primarni benzin je tečnost koja se koristi kao komponenta za proizvodnju motornog benzina, kao sirovina za petrohemijsku industriju, kao gorivo, i kao rastvarač.

Po klasifikaciji Evropske odredbe o međunarodnom prevozu opasnog tereta na unutrašnjim plovnim putevima (ADN), pirolitički benzin se svrstava u opasne materije klase IIIa (zapaljive tečnosti), rednog broja 1^a (tečnosti koje se ne mogu mešati ili koje se samo delimično mogu mešati sa vodom i čija je tačka paljenja ispod 21 °C i sadrži minimum 30% čvrstih materija). Shodno opasnim karakteristikama pirolitičkog benzina, za izgradnju broad za njegov transport, kao i prilikom transporta i manipulacije moraju se poštovati norme zadate Evropskom odredbom o međunarodnom prevozu opasnog tereta unutrašnjim plovnim putevima [1].

Za manipulaciju primarnim i pirolitičkim benzinom potrebni su terminali za pretovar naftnih proizvoda sa plovnim ili obalskim stanicama za pretakanje tečnih tereta [3].

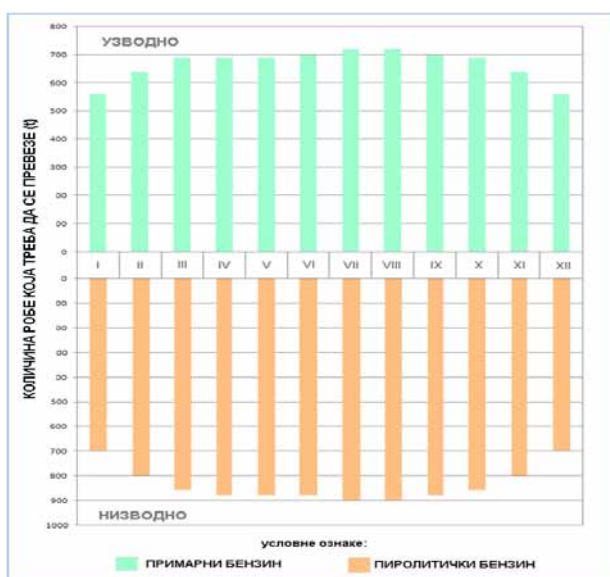
4. ROBNİ TOKOVI

U okviru postupka definisanja robnih tokova izvršena je klasifikacija prevoza robe:

- Prema vidu saobraćaja, razmatran je prevoz isključivo rečnim saobraćajem;

- Prema daljini i oblasti plovidbe, prevoz u direktnom smeru (prevoz pirolitičkog benzina od Pančeva do Renija) je izvoz, a prevoz u obratnom smeru (prevoz primarnog benzina od Renija do Pančeva) je uvoz;
- Prema tehnici saobraćaja, razmatran je prevoz u plovilu sa sopstvenim pogonom;
- Po vrsti tereta, razmatran je prevoz tečnog tereta;
- Prema smeru kretanja robe, prevoz u direktnom smeru je uzvodnog karaktera, a prevoz u obratnom smeru je nizvodnog karaktera.

Na slici 1. prikazan je dijagram prevoženja po mesecima, vrsti robe i smeru prevoza.



Slika 1. Dijagram prevoženja po mesecima, vrsti robe i smeru prevoza

5. ORGANIZACIJA PREVOZA

Organizacija prevoza se ogleda u definisanju tehnološkog procesa rada transportnog plovila, proračun vremena obrta, instalisane snage pogonskih motora i potrebnog broja motornih teretnjaka za obavljanje postavljenog transportnog zadatka.

Tehnološki proces rada motornog teretnjaka koji prevozi zadati teret između Pančeva i Renija sastoji se iz sledećih radnih procesa:

1. Tehničke operacije u Pančevu;
2. Utovar pirolitičkog benzina u Pančevu;
3. Putovanje motornog teretnjaka od Pančeva do Renija;
4. Tehničke operacije u putu;
5. Istovar pirolitičkog benzina u Reniju;
6. Tehničke operacije u Reniju;
7. Utovar primarnog benzina u Reniju;
8. Putovanje motornog teretnjaka od Renija do Pančeva;
9. Tehničke operacije u putu;
10. Istovar primarnog benzina u Pančevu.

Proračun se vrši za tipove samohodnih motornih teretnjaka čije su karakteristike datie u tabeli 1 [3].

Tabela 1. Karakteristike motornih teretnjaka

Tip teretnjaka	D_m (t)	Q_r (t)	D_0 (t)	L_{kvl} (m)	B_{kvl} (m)	T_{km} (m)
Tip 600	772	600	172	63,88	7,48	1,85
Tip 700	909	700	209	65,8	8,23	1,94
Tip 800	1046	800	246	67,78	8,69	2,03
Tip 900	1182	900	282	69,83	9,12	2,11
Tip1000	1316	1000	316	71,92	9,51	2,19

Vreme obrta motornog teretnjaka se izračunava na osnovu sledećeg izraza:

$$t_o = t_p + t_{pr} + t_{to} \text{ (h)}$$

gde su:

t_p – vreme plovidbe (h);

t_{pr} – vreme pretovara (h);

t_{to} – vreme tehničkih operacija (h).

Potrebna snaga pogonskih motora (N_{inst}) se računa pomoću izraza:

$$N_{inst} = \frac{R_{uk} \cdot v}{\eta_{pp}} \text{ (W)}$$

gde su:

R_{uk} – ukupan otpor teretnjaka (N);

v – brzina plovidbe motornog teretnjaka (m/s);

η_{pp} – koeficijent potpune propulzije.

Potrebna broj motornih teretnjaka (M) se računa pomoću izraza:

$$M = \frac{G}{Q_e \cdot n_o}$$

gde su:

G – količina robe koju je potrebno transportovati (t);

Q_e – eksploataciona nosivost motornog teretnjaka (t);

n_o – broj obrta jednog motornog teretnjaka, računa se pomoću izraza:

$$n_o = \frac{T_e}{t_o}$$

gde su:

T_e – eksploatacioni period (dana);

t_o – vreme obrta motornog teretnjaka (dana).

6. PRORAČUN TROŠKOVA PREVOZA

Osnovna struktura transportnih troškova formira se prema činiocima procesa proizvodnje u rečnom transportu.

Struktura cene prevoza prema podeli troškova održavanja i eksploatacije obuhvata sledeće elemente postupaka [5]:

1. Troškovi predmeta rada;
2. Troškovi sredstava za rad;
3. Troškovi radne snage;
4. Ostali troškovi.

Troškovi predmeta rada su materijalni troškovi koje čine:

- Troškovi goriva;
- Troškovi maziva;
- Troškovi pomoćnih materijala;
- Troškovi materijala za pomoćne uređaje.

Troškove sredstava za rad čine:

- Troškovi amortizacije;
- Troškovi investicionog održavanja;
- Troškovi kamata na osnovna sredstva;
- Troškovi osiguranja.

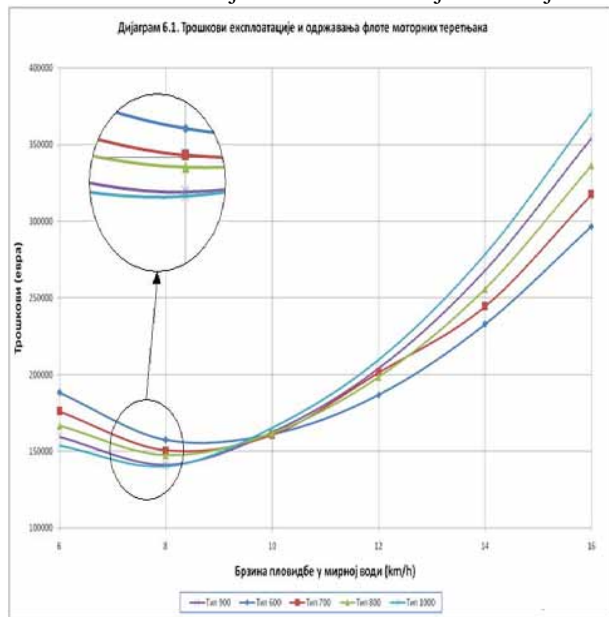
Troškove radne snage čine:

- Bruto lični dohoci radnika;

- Troškovi dnevnic.

Ostali troškovi su troškovi koji proračunom nisu uzeti u obzir, a pojavljuju se prilikom transporta.

Na slici 2. prikazan je dijagram troškova eksploatacije za zadate motorne teretnjake i brzine kretanja u mirnoj vodi.



Slika 2. Dijagram troškova eksploatacije za zadate tipove motornih teretnjaka

7. ANALIZA EKSPLOATACIONIH POKAZATELJA RADA IZABRANOG MOTORNOG TRETNJAKA

Eksploatacioni pokazatelji su norme koje određuju stepen iskorišćenja plovila u jedinici vremena [5].

Osnovni zadaci eksploatacionih pokazatelja su:

- Određivanje transportnih zadataka za maksimalno iskorišćenje plovila;
- Analiza i kontrola kvaliteta rada plovila radi otklanjanja nedostataka u radu;
- Davanje elemenata za utvrđivanje osnovnih pokazatelja za proizvodne finansijske planove.

Eksploatacioni pokazatelji rada dele se na :

- Pokazatelje po vremenu;
- Pokazatelje po opterećenju;
- Pokazatelje po brzini;
- Pokazatelje po proizvodnosti;
- Rezultativni eksploatacioni pokazatelji.

Eksploatacioni pokazatelji po vremenu karakterišu stepen iskorišćenja vremena obrta poluobrtu, meseca ili navigacionog perioda.

- Koeficijent iskorišćenja vremena putovanja sa teretom (α) se računa pomoću izraza:

$$\alpha = \frac{t_p}{t_o} [t/t_n]$$

gde su:

t_p – vreme putovanja sa teretom (h);

t_o – vreme obrta (h).

Eksploatacioni pokazatelji po opterećenju karakterišu stepen iskorišćenosti nosivosti i snage plovila.

- Pokazatelj opterećenja po jedinici nosivosti (ϵ) se računa pomoću izraza:

$$\epsilon_I =$$

gde su:

Q_e – eksploataciona nosivost plovila (t);

Q_r – registrovana nosivost plovila (t).

- Pokazatelj opterećenja po jedinici snage (p) se računa pomoću izraza:

$$p_I = \frac{N_{inst}}{Q_e} [t/kW]$$

gde je:

N_{inst} – instalisana snaga pogonskih motora (kW).

Eksploatacioni pokazatelji po brzini daju mogućnost određivanja vremena putovanja plovila.

Eksploatacioni pokazatelji po brzini su:

- Tehnička brzina (v_t), koja se računa pomoću izraza:

$$v_t = \frac{\ell}{t_{tp}} [km/h]$$

- Putna brzina (v_p), koja se računa pomoću izraza:

$$v_p = \frac{\ell}{t_{tp} + t_{to} + t_{tr}} [km/h]$$

- Komercijalna brzina (v_k), koja se računa pomoću izraza:

$$v_k = \frac{\ell}{t_{tp} + t_{to}} [km/h]$$

Gde su:

ℓ - pređeni put (km);

t_{tp} – vreme poluobrtu (h);

t_{to} – vreme plovidbe (h);

t_{to}^{op} – vreme tehničkih operacija u toku plovidbe (h);

t_{tr} – vreme pretovara (h)

Eksploatacioni pokazatelji proizvodnje se određuju kao proizvod opterećenja nosivosti i tehničke brzine:

$$P_{pr} = \epsilon_I \cdot v_t [tkm/t_n h]$$

$$P_{pr}' = p_I \cdot v_t [tkm/kWh]$$

Rezultativni eksploatacioni pokazatelji daju pretstavu o proizvodnosti plovila za vreme jednog poluobrtu. Računaju se kao proizvod pokazatelja iskorišćenja vremena, pokazatelja brzine i opterećenja:

$$P \uparrow = \alpha \cdot t_o \cdot \epsilon_I \cdot v_t [tkm/t_n]$$

$$P' \uparrow = \alpha \cdot t_o \cdot p_I \cdot v_t [tkm/kWh]$$

8. ZAKLJUČAK

Optimalan (najpovoljniji) je tip motornog teretnjaka koji sačinjava flotu čiji su troškovi eksploatacije najniži. Na osnovu proračunatih troškova dobija se da je najpovoljniji motorni teretnjak „Tip 1000“, pri brzini plovidbe u mirnoj vodi od 7,49 km/h.

U tabeli 2 su prikazane vrednosti eksploatacionih pokazatelja za najpovoljniji tip teretnjaka i brzinu kretanja.

Tabela2. Izračunate vrednosti eksploatacionih pokazatelja rada flote.

Eksploatacioni pokazatelj	Izračunata vrednost	Merna jedinica
α	0,899	-
ε_{\uparrow}	0,674	t/t _n
ε_{\downarrow}	0,603	t/t _n
p_{\uparrow}	16,85	t/kW
p_{\downarrow}	15,08	t/kW
$v_{t\uparrow}$	4,99	km/h
$v_{t\downarrow}$	11,99	km/h
$v_{p\uparrow}$	4,8	km/h
$v_{p\downarrow}$	10,96	km/h
$v_{k\uparrow}$	4,55	km/h
$v_{k\downarrow}$	9,94	km/h
$P_{pr\uparrow}$	3,37	tkm/t _n h
$P_{pr\downarrow}$	7,23	tkm/t _n h
$P_{pr'\uparrow}$	84,09	tkm/kWh
$P_{pr'\downarrow}$	180,81	tkm/kWh
P_{\uparrow}	610,76	tkm/t _n
P_{\downarrow}	636,98	tkm/t _n
P'_{\uparrow}	15296,03	tkm/kW
P'_{\downarrow}	9605,58	tkm/kW

Troškovi prevoženja po toni (C_1) iznose 7,79 €/t.
Troškovi prevoženja po tona-kilometru iznose 0,0076 €/tkm.

9. LITERATURA

[1] Evropske odredbe o međunarodnom prevozu opasnog tereta na unutrašnjim plovnim putevima, Jugoslavenski registar brodova, Split, 1977

[2] Ivančević Ivana.; Idejni projekat motornog teretnjaka određenog na osnovu saobraćajno-tehnološke analize prevoza šljunka od mesta iskopa, km 1100 reke Dunav, do Novog Sada, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2006

[3] Muškatirović D.; Unutrašnji plovni putevi i pristaništa, Građevinski fakultet, Beograd, 1972

[4] Čolić V.; Radmilović Z.; Škiljaica V.; Vodni saobraćaj, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2005

[5] Škiljaica V.; Bačkalić T.; Tehnologija vodnog saobraćaja I deo – Plovna prevozna sredstva, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2003

Kratka biografija:



Nikola Stojanović rođen je u Zrenjaninu, Srbija, 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Vodni saobraćaj, odbranio je 2012. god.



Vladimir Škiljaica rođen je u Titelu 1947. god. Doktorirao je na Saobraćajom fakultetu u Beogradu 1996. god., a u 2002. izabran je za zvanje vanrednog profesora za užu naučnu oblast vodni transport.

DOVOĐENJE OPTIČKE INFRASTRUKTURE DO KRAJNJIH KORISNIKA

BRINGING FIBRE INFRASTRUCTURE TO END USERS

Dragana Kovačević, Željenski Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj - Prva FTTH pristupna mreža instalirana je na Floridi 1986. godine. Premda je tehnološki to bila najsavršenija mreža, telekomunikacioni operateri su u to vrijeme odustali od dalje instalacije FTTH mreže zbog nekoliko razloga. Prvi razlog jeste što regulacioni propisi u to vrijeme nisu postojali, a i tržište nije bilo pripremljeno za korišćenje takvih širokopojasnih mreža. Cijena servisa koje je nudila takva mreža je bila višestruko veća od cijene istih koje su nudile klasične pristupne mreže primarno zbog jako skupih optičkih elemenata. Čak i danas, iako cijena optičkih komponenti stalno pada, ovi razlozi nisu prevaziđeni, mada se stanje iz dana u dan mijenja. Izgradnjom optike do kuće (FTTH, Fiber To The Home) u pristupnoj mreži se otvaraju mogućnosti za lako povećanje binarnog protoka, a samim tim i povećanje broja pruženih servisa, uz njihov garantovani kvalitet (QoS) i povećan stepen sigurnosti mreže. Posljednjih godina svjedoci smo sve većeg razvoja i implementacije FTTH tehnologije, pri čemu je izvjesno i očigledno da optika do korisnika sve više postaje glavni trend i u Evropi.

Abstract - First FTTH access network has been installed in Florida, 1986th year. Although the technology to be the most sophisticated networks, telecommunications operators in the time given up on installing FTTH networks for several reasons. The first reason is that regulatory rules at that time did not exist, and the market was not prepared for the use of such broadband networks. Price services offered by such a network was much higher than the price the same as that offered traditional access network is primarily due to the very expensive optical components. Even today, although the price of optical components constantly falling, these reasons are not exceeded, although the situation from day to day changes. Construction of the optics to the home (FTTH, Fiber To The Home) in the access network can open up possibilities for increasing the binary flow easily, and thus increase the number of provided services, with their guaranteed quality (QoS) and increased level of network security.

Ključne riječi-Optički sistemi, optički kablovi, optička infrastruktura, FTTH mreža.

1. UVOD

Optičke komunikacije nastale su sredinom šezdesetih godina, a od tada imaju veliku primjenu u svim

NAPOMENA:

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

područjima od naučnih istraživanja do tehnologije za potrebe masovne proizvodnje. Izvanredne osobine optičkih kablova na bazi silicijum dioksida, sa velikim prednostima u odnosu na klasične metalne kablove, omogućilo je njihovo brzo uvođenje u praksu. Multimodna optička vlakna koja su se intenzivno razvijala i koristila u jednom periodu, danas su ustupila mjesto monomodnim vlaknima sa karakteristikama koje su veoma bliske teorijskim granicama. U poređenju sa metalnim kablovima, savremeni optički kablovi imaju mnogo manje slabljenje, mnogo veći propusni opseg, lakše se postavljaju, manjih su dimenzija, nisu osjetljivi na elektromagnetske smetnje i mogu se praviti bez metalnih dijelova.

2. OSNOVE SISTEMA BAZIRANOG NA OPTIČKIM VLAKNIMA

Optički prenos informacija kroz atmosferu odnosno odgovarajući sistemi ne pružaju dovoljnu pouzdanost u neprekidnom režimu rada, prije svega zbog karakteristika procesa vezanih za prostiranje svjetlosti kroz atmosferu. Zbog toga je njihova primjena ograničena. Cilj optičkih sistema jeste mogućnost prenosa velike količine podataka u jedinici vremena uz korišćenje manje energije i bolje iskorišćenje prenosnog medijuma u odnosu na konvencionalne načine prenosa. Ovakav sistem podrazumjeva prenos podataka po optičkim talasovodima, kao medijumu za prenos signala, a u tu svrhu koriste se dielektrični talasovodi za koje je usvojen naziv optička vlakna.

3. OPTIČKA VLAKNA DO KUĆE (FTTH)

Usled porasta ponude i potražnje multimedijalnih usluga i HDTV, pojavljuje se potreba za sve većim protokom tj. propusnim opsegom i raste potreba za simetričnim bidirekcionim prenosom podataka (veliki upload-veliki download fajlova, peer-to-peer prenos video sadržaja, home working). Operateri moraju biti spremni da sa porastom zahtjeva tržišta evoluiraju od bakarne mreže ka optičkoj mreži, što će pored ulaganja u kablovsku infrastrukturu zahtijevati i ulaganja u novu opremu neophodnu za optičku mrežu, ali i nadgradnju i zamenu postojeće opreme u sadašnjim multiservisnim platformama [1].

Ključni funkcionalni zahtjevi za FTTH mrežu će obuhvatiti:

Obezbeđivanja visokog protoka i sadržaja usluga za svakog kupca

Fleksibilni dizajn mrežne arhitekture (da primi buduću inovaciju)

Veza pomoću vlakana svakog krajnjeg korisnika direktno do uslužne opreme, da bi se obezbijedio veliki propusni opseg za buduće zahtjeve novih usluga

Da podrži buduću mrežnu nadogradnju i proširivanje. Uspješnim poslovanjem obezbijeduje ravnotežu između kapitalnih rashoda (CAPEX) i operativnih rashoda (OPEX).

4. OPIS PASIVNIH ELEMENATA MREŽNE INFRASTRUKTURE

4.1 Pristupni Čvor

Pristupni čvor često se naziva Point of Presence (POP). On se ponaša kao polazna tačka za put optičkog vlakna. Funkcija pristupnog čvora je da učvrsti svu aktivnu prenosnu opremu, da upravlja svim završecima vlakana i olakša intekonekciju između optičkih kablova i aktivne opreme. Veličina pristupnog čvora se određuje po veličini i kapacitetu FTTH oblasti u smislu pretplatnika i buduće nadogradnje.

4.2 Dovodni kablovi

Dovodni kablovi se protežu od pristupnog čvora do prve ili primarne Tačke Koncentracije Vlakna (FTC). Dovodni kablovi mogu da pokriju nekoliko kilometara udaljenosti prije (terminacije) prestanka. Broj vlakana u kابلu zavisi od tipa izgradnje.

Za P2P topologije neophodan je veći broj vlakana u kablovima (100c vlakana) kako bi se obezbijedio neophodan kapacitet vlakna.

U PON-u se ponekad upotrebljavaju pasivni uređaji za razdvajanje vlakana pozicioniranih u spoljnu mrežu. U tom slučaju oni omogućavaju da manja vlakna i kablovi budu upotrebljeni za dovodni dio mreže.

4.3 Primarna koncentracija vlakna(FCP)

Dovodni kablovi moraju da se konvertuju u manje distribucione kablove. Ovo je postignuto na prvoj tački fleksibilnosti u FTTH mreži. Ova tačka se generalno može nazvati primarna tačka koncentracije vlakna (FCP).

Napomena: Sve tačke (terminacije) završetaka vlakna u FTTH mreži treba tretirati kao tačke fleksibilnosti u smislu pružanja vlaknima opcije rutiranja.

Termin FCP se koristi u ovom dokumentu kao opšti naziv za sve tačke klasifikovane kao "primarne" ili "sekundarne" itd, kako bi se dao značaj za njihov položaj u okviru mreže.

4.4 Distribicioni kablovi

Ovi kablovi vrše povezivanje od FCP-a do pretplatničke konekcije na udaljenostima manjim od 1 km. Kablovi imaju prosječan broj vlakna čija je svrha da opslužuju određen broj zgrada u FTTH oblasti.

Kablovi mogu biti sprovedeni, direktno položeni ili grupisani u okviru zajedničkih snopova mikro kanala.

Snopovi mikro kanala dozvoljavaju drugim kablovima da budu dodati na "grow as you go" osnovi.

Za veće MDU-ove distribicioni kablovi mogu formirati završni dio instalacije u zgradi i konvertovati se u unutrašnje kablove da završe (terminišu) vezu vlakna.

4.5 Sekundarna koncentraciona tačka vlakna (FCP)

U određenim slučajevima, vlakna će možda morati da budu slomljena na drugoj tački koncentracije u okviru FTTH mreže prije konačnog povezivanja na korisnika.

Kao i prva tačka FCP-a, i druga tačka mora da bude tačka koja omogućava brzu konekciju i brzu rekonfiguracije kola vlakna do konačnog pretplatničkog privodnog kabla. Ovo se zove sekundarna tačka koncentracije vlakna (FCP). Sekundarni FCP pozicioniran je na optimalnoj ili stratezijskoj tački u FTTH. On omogućava da privodni kablovi budu razdijeljeni što bliže većini korisnika. Lokacija sekundarnog FCP-a utvrđuje se pomoću položaja kanala, cijevi i pristupne tačke, i sa PON-om kao lokacijom za splitere.

4.6 Privodni kablovi

Privodni kablovi predstavljaju poslednju vanjsku vezu ka pretplatniku. Oni se protežu od poslednje FCP do korisnikove zgrade na udaljenostima ograničenim na manje od 500 metara a često i mnogo manje za područja visoke gustine.

Privodni kablovi sadrže samo jedno ili eventualno dva vlakna. Oni obezbjeđuju jedinu vezu ka pretplatniku bez mrežne različitosti.

Za podzemne mreže privodni kablovi mogu biti raspoređeni u malim kanalima u okviru mikro kanala ili raspoređeni direktnim polaganjem u zemlju.

4.7 Unutrašnje kabliranje

Za stambene objekte privodni kablovi uglavnom se završavaju na konstrukciji kuće. Oni se zatim usmjeravaju prema terminacionoj kutiji. Ona okreće vlakna ka Jedinici Terminacije (koja može biti dio Optičke Mreže Jedinica – ONU). Ako se ova jedinica nalazi unutar zgrade, zahtijevaće da vlakna budu rutirana kroz zidnu građu zgrade preko ulaznog kabla (CLI). Zatim su ti kablovi provedeni unutar zgrade do ONU-a.

Ako se ONU nalazi u vanjskoj kutiji, privodni kabal je na jednostavan način terminisan kao i dovodni.

5. TEHNOLOGIJE KOJE SE KORISTE ZA RAZMJESTANJE INFRASTRUKTURE

Ovaj dio rada pruža detaljnu analizu dostupnih opcija za razmještanje infrastrukture. Ove opcije mogu dobro da se koriste i u kombinacijama.

5.1 Infrastruktura konvencionalnog kanala

Ovo je najkonvencionalnija metoda podzemne kablovske instalacije. Ona uključuje stvaranje mreže kanala kako bi se omogućila naknadna instalacija kablova uvlačenjem, uduvavanjem ili plutanjem. Sastoji se od velikog glavnog kanala koji sadrži manje pod-kanale (za pojedine kablovske instalacije). U velikom glavnom kanalu, kablovi su progresivno povučeni jedan nad drugim kako mreža raste. Mali pod-kanali služe za instalaciju jednog kabla. Instalacijom kanala omogućava se dalji pristup i rekonfiguracija.

5.2 Uduvani mikrokanali & infrastruktura mikrokablova

Ova opcija koristi kompresovani vazduh da uduva vlakna i kablove malog prečnika kroz mrežu cijevi do kupčevih prostorija. Broj spojeva može se smanjiti uduvavanjem velikih dužina vlakana kroz mrežu cijevi.

Mikrokanali mogu se koristiti u kombinaciji sa kanalom, direktnim položenim kablom i vazдушnom infrastrukturom.

Cijevi mogu biti smještene u zgradama koje su dizajnirane za bilo koji od ova tri načina.

5.3 Infrastrukture direktnih položenih kablova

Za raspoređivanje ovih kablova potrebno je prvo iskopati rov. Ovi kablovi se direktno polažu u zemlju. Direktno polaganje nudi sigurnu zaštitu za kablove ali zahtijeva i pažljivo planiranje i istraživanje kako bi se izbjeglo oštećenje drugih podzemnih usluga.

5.4 Vazдушna kablovska infrastruktura

Ova infrastruktura uključuje distribuciju vlakana korišćenjem asortimana kablova podržanih stubnom infrastrukturom ili infrastrukturom za druge tornjeve i kule. Glavne prednosti su korištenje postojeće stubne infrastrukture za povezivanje kupaca. Ovdje se izbjegava potreba da se kopaju ceste da bi se polagali kablovi ili novi kanali. Vazdušni kablovi se relativno brzo instaliraju. Jednostavni su za instalaciju jer koriste hardver i prakse već poznate lokalnim instalaterima.

5.5 Ostrale mogućnosti za raspoređivanje infrastrukture

Osim tradicionalnih puteva za kablove koje smo već pomenuli, možemo takođe koristiti i druge puteve za instalaciju koji već postoje unutar gradova. Troškovi implementacije i vrijeme instalacije mogu biti smanjeni raspoređivanjem kablova unutar kanalizacije u gasovode, vodene puteve i ostale transportne tunele. Instalacija kablova u postojeće mreže cijevi ne smije uticati na njihovu prvobitnu funkciju.

5.6 Unutrašnje kabliranje

Unutrašnji kablovi se prostiru od tačke ulaska u zgradu. Mogu biti u kratkim relacijama unutar kuće ili dugim relacijama unutar zgrade.

Mogu biti kablovi sa jednim vlaknom ili kablovi se više vlakana. Za unutrašnju primjenu postoji takođe verzija kablova sa uduvanim vlaknima u mikrokanale.

Iako dizajni mogu biti različiti, svi se oni koriste u prostorijama kupaca i zbog toga oni obično nude neku vrstu zaštite od požara. Ova zaštita obično uključuje korišćenje **LZSH** omotača (**low smoke zero halogen**).

6. ZAKLJUČAK

Danas postoji povećana potreba za servisima sa visokim protocima, pouzdanom prenosu govora i visoko kvalitetnom slikom. Sa stanovišta korisnika potpuno je svedjedno da li će se ovi servisi obezbjediti preko DSL-a, kablovskog modema, ili bežičnom komunikacijom sve dok postoji brz i pouzdan prenos. FTTH (Fiber to the Home) je svakako jedna od tehnologija koje gore pomenute zahteve može da ispuni. Eksperti se slažu da je FTTH najpogodnija da dovede buduće servise do lokacija korisnika.[3] U suštini, mnogi vjeruju da jednom kada se optičko vlakno položi u kablovsku kanalizaciju ono će postati jedini kablovski medijum iz razloga suštinski neograničenog propusnog opsega, čime se omogućava mnogo više servisa u odnosu na bakarnu paricu ili bežični prenos.

Optička vlakno će biti glavna komponenta za buduće kućne širokopoljasne mreže visokih kapaciteta. Njihov kapacitet prenosa je skoro neograničen i bezuslovan u odnosu na postojeće bakarne kablovske sisteme. Prednosti vlakana u odnosu na bakarne kablovske sisteme su u tome što nude velike propusne opsege i lako se održavaju. Sve mogućnosti primjene koje se pominju u ovom dokumentu bazirane su potpuno na optičkim vlaknima, od aktivne opreme pa sve do pretplatničkih prostorija.

Danas na hiljade domaćinstava širom svijeta imaju pristup različitim širokopoljasnim servisima preko FTTH tehnologije. Ona omogućava tzv.triple-play servis, odnosno istovremeni prenos glasa, videa i podataka. Na ovaj način mnogim korisnicima se omogućava da uče na daljinu, da izvrše medicinski pregled, da rade kod kuće, kao i mnoge druge privilegije.

7. LITERATURA

[1] Saša Stamenković - „FTTH mreža- Realnost i perspektiva“ Telfor 2007 god.

[2] Zeljko Popović - „Izgradnja digitalnih gradova“ 2008 god.

[3] Vladica Tintor, Jovan Matavulj, Jovan Radunović - „ FTTH - Tehnologija budućnosti ili sadašnjosti“ Telfor 2005 god.

[4] www.ftthcouncil.eu – FTTH- Handbook-2012-V5.0

[5] Republika Srbija, Republički zavod za statistiku - Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji 2011 god.



Dragana Kovačević rođena je u Građišci 1986. god. Diplomski-bachelor rad na temu „Bluetooth tehnologija. Osobine i primjena.“ odbranila je 2011. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, i time okončala osnovne studije sa prosečnom ocenom 8,12. Na istom fakultetu, 2012. godine odbranila je i diplomski master rad na temu „Dovodenje optičke infrastrukture do krajnjih korisnika“.

Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakulteta tehničkih nauka 1998. God. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

OBLIKOVANJE LOGISTIČKIH PROCESA U LANCU SNABDEVANJA KOMPANIJE "MARBO" PRIMENOM MRP KONCEPTA

DESIGN OF LOGISTIC PROCESSES IN SUPPLY CHAIN OF "MARBO" COMPANY, USING MRP CONCEPT

Vladimir Olejar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj - Globalizacija i brze promene na tržištima postavljaju velike izazove kompanijama. Spajanje tržišta i značajna pomeranja na polju konkurencije zahtevaju strateške odgovore. Upravo iz tog razloga globalne mreže postaju sve značajnije. Ciljano korišćenje celokupnih resursa kompanije, takođe postaje neizbežno, kao i upravljanje procesima na nivou cele kompanije. Globalne veze povezuju pojedince, korporacije i javni sektor u svim poslovnim procesima. Informaciono-komunikacione tehnologije, posebno MRP sistemi, moraju da obezbede fleksibilnost kompanije i stvore ambijent za ostvarivanje stratejske prednosti. Da bi opstala u žestokoj tržišnoj utakmici srpska preduzeća treba da prate svetske tokove, promene u poslovanju, standardima, metodama, tehnikama i tehnologijama.

Abstract – Globalization and rapid changes on the markets set important challenges for companies. Merging the markets and significant movements in the field of competition requires strategic responses. For this very reason global networks are becoming increasingly important. Targeted use of all resources in a company becomes inevitable, as well as the management processes on the level of the whole company. Global links connect individuals, corporations and public sector in all the business processes. Information and communication technologies and especially ERP systems, must provide support and flexibility of companies and creating environment for the strategic advantages achievement. In order to survive in hard market contest Serbian companies should follow the world trends and changes in the business, standards, methods, techniques and technologies.

Cljučne reči: MRP, implementacija MRP sistema, unapređenje kvaliteta poslovanja.

1. UVOD

Implementacija integrisanih informacionih sistema je jedan od najvažnijih procesa svake kompanije koje nastoji da unapredi svoje poslovanje i neprekidno razvija svoj informacioni sistem. Opstanak na tržištu podrazumeva da kompanija stalno ide u korak sa promenama, da usavršava svoje proizvode i usluge.

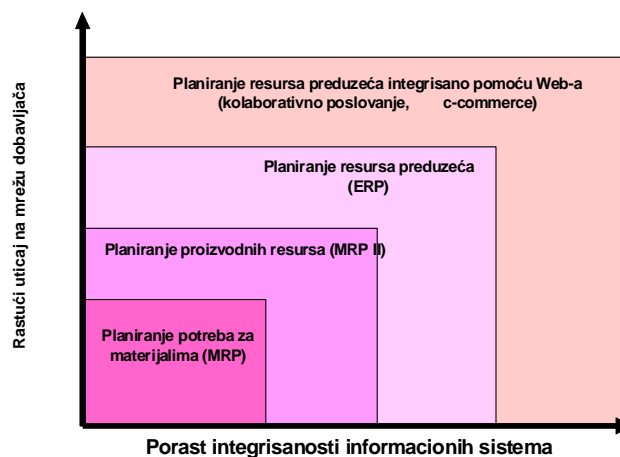
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Vladeta Gajić, red. prof.

Jedino na taj način, kroz stalnu brigu o svim ovim segmentima kompanija će doći u poziciju da uvek bude ispred konkurencije. Poslednjih par godina u Srbiji počinje da se govori o integrisanim informacionim sistemima koji omogućavaju i olakšavaju upravljanje, optimizaciju, planiranje i praćenje svih segmenata poslovanja jedne kompanije. Pomažu da se u pravo vreme donese prava odluka, lakše analiziraju poslovni procesi i na vreme uoče ili predvide moguće kritične tačke u poslovanju kompanije i pravovremeno preduprede neželjene posledice. Poslovati u uslovima kakvi vladaju na tržištu danas predstavlja svakodnevni izazov. Povećanje efikasnosti, optimizacija svih troškova poslovanja i korišćenja resursa predstavljaju glavni zadatci menadžmenta. Za realizaciju ovih zadataka potrebni su znanje i efikasni alati. Cilj ovog rada je analiza mogućnosti i načina primene rešenja iz oblasti planiranja resursa.

2. MRP KONCEPT

MRP sistemi su nastali razvojem koncepta koji se prvobitno odnosio samo na planiranje potreba za materijalima (*Material Resource Planning* – MRP). Proširenje ovog koncepta vodi ka MRP II sistemima, što se odnosi na planiranje proizvodnih resursa (*Manufacturing Resource Planning* – MRP II), da bi se na kraju došlo do ERP sistema. Sledeća faza su Web ERP sistemi (slika 1).



Slika 1. Integralnost informacionih sistema

Na osnovu planiranja potreba za materijalima se generiše glavni plan proizvodnje (MPS – *Master Production Schedule*).

Ovaj plan se generiše na osnovu narudžbenica kupaca i na osnovu prognoze tražnje. Glavni plan proizvodnje utiče na ceo MRP proces. Na osnovu tog plana se izračunava količina potrebnog materijala, sklopova i podsklopova, kao i vreme kada su oni potrebni. Na osnovu toga se generiše sastavnica proizvoda. Sastavnicu je najbolje prikazivati u grafičkoj formi. Zbog složenosti proizvoda to nije uvek moguće tako da su razvijeni alternativni načini prikazivanja sastavnice. Tako se koriste sastavnice sa jednim nivoom i sastavnice sa pomerenim (uvučenim) komponentama. Detalji odnosa između delova i podsklopova se prikazuju u jednom nivou. Do značajne primene MRP modela dolazi tek implementacijom modela uz primenu računara [1]. Pri tome se dodatne potrebe za materijalom u nekom r-tom terminu računaju kao:

DODATNE POTREBE (r) = UKUPNE PLANSKE VELIČINE (r) - OTVORENI RADNI NALOZI (r) - OTVORENE NARUDŽBE (r) – UKUPNE ZALIHJE (r) - POTREBE (r - 1) .

Ukoliko se dodatne potrebe u r-tom terminu razlikuju od potreba u r-1 terminu potrebno je planirati proizvodnju (ili naručivanje preko nabavke) uzevši u obzir ciklus izrade (nabavke). Termini se određuju terminiranjem unatrag, a dodatne potrebe pretvaraju se u stvarene planske količine proizvodnje i nabavke u skladu s politikom nabavke i upravljanja zalihama preduzeća. Sve se to obrađuje upotrebom računara, a programi za pretvaranje diskretnog (operativnog) plana proizvoda u planove nabavke i proizvodnje (izrade) nazivaju se procesori sastavnica (*Bill of Material Processor*) [2]. Koncept MRP je bio primenjivan mnogo godina, ali tek nedavno je metodologija formulisana i kompjuterizovana. To može biti opisano kao zvaničan mehanički metod planiranja snabdevanja pomoću koga tempiranje kupovine ili proizvodnog outputa je sinhronizovano da zadovolji period-po-period operativna potraživanja preko izjednačavanja zahteva za snabdevanje iz potraživanja preko dužine vremena isporuke.

3. ANALIZA POSTOJEĆEG SISTEMA KOMPANIJE (ERP-SAP)

Kompanija MARBO poseduje instalisan SAP sistem u segmentima svog poslovanja i uz pomoć datog informacionog sistema obavlja sve poslovne operacije uključujući i logističke aktivnosti.

Osnovnu strukturu (slika 2) poslovnog informacionog sistema SAP R/3 čine:

- Podsystem ljudskih resursa,
- Podsystem finansija i
- Podsystem logistike.

Podsystem ljudskih resursa:

Strukturu podsystema čine: Administracija ljudskih resursa, upravljanje zasnovano na kompetencijama, upravljanje organizacijom, regrutovanje, upravljanje kompenzacijama, planiranje troškova ljudskih resursa, razvoj zaposlenih, upravljanje treningom i događajima, administracija putovanja.



Finansije



Logistica



Industrijska reš.



Ljudski resursi



Slika 2: Struktura SAP R/3 modela

Podsystem finansije:

Strukturu podsystema čine: finansijsko računovodstvo, upravljanje investicijama, kontroling za praćenje internih troškova kompanije (fiksni troškovi, troškovi po poslovnim procesima, obračun troškova proizvoda i analiza profitabilnosti), novčana sredstva (upravljanjem gotovinom, upravljanje hartijama od vrednosti, upravljanje tržišnim rizicima i upravljanje fondovima), kontroling preduzeća.

Podsystem logistike:

Strukturu podsystema čine: upravljanje podacima o proizvodima (upravljanje osnovnim podacima o proizvodima, proces dizajna i izmene, struktura proizvoda, razvojni projekti), prodaja i distribucija (prodajne aktivnosti, upravljanje porudžbinama, otprema i transport, fakturisanje), planiranje i upravljanje proizvodnjom, upravljanje materijalima (nabavka, upravljanje zalihama, upravljanje skladištima, verifikacija faktura), upravljanje kvalitetom (planiranje, ispitivanje i kontrola kvaliteta), upravljanje servisiranjem (administriranje korisničke baze, upravljanje ugovorima o servisu, upravljanje pozivima, fakturisanje).

Menadžer ima zadatak da obezbedi da se projekat izvede efikasno, unutar predviđenog budžeta i vremena što ostvaruje obezbeđivanjem potrebnih ljudskih, materijalnih i finansijskih resursa u vremenu projekta kada su oni potrebni.

Savremena preduzeća su sve više orijentisana na brzu i efikasnu isporuku proizvoda i usluga. SAP ERP Operations [3] nudi alate kojima je moguće čitav proizvodni proces učiniti efikasnijim pružajući rešenja u sledećim osnovnim oblastima:

- Nabavka i podrška proizvodnom jezgru
- Razvoj proizvoda i usluga

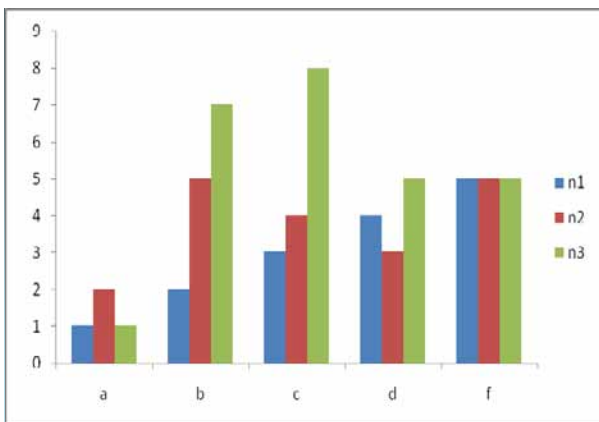
- Proizvodnja
 - Prodaja i postprodajne usluge
- Planiranje proizvodnje** (*Production Planning*) pruža pomoć u kreiranju strategija za pravilno terminiranje proizvodnje i optimizaciju funkcionisanja proizvodnih pogona.

Upravljanje proizvodnjom (*Manufacturing Execution*) predstavlja alat za prikupljanje neposrednih informacija o proizvodnji, upravljanje proizvodnim procesima, i optimalnu alokaciju proizvodnih resursa.

Razvoj proizvoda (*Product Development*) je aplikacija koja omogućava upravljanje procesom razvoja i predstavljanja novih proizvoda (*new product development and introduction – NPDI*). Uz pomoć ove aplikacije moguće je definisati nove proizvode, postaviti zahteve koje oni treba da zadovolje i locirati snabdevače potrebnih sirovina.

4. PRIMENA MRP KONCEPTA U LOGISTIČKOM SISTEMU "MARBO"

Kroz jedan primer iz posmatrane kompanije pokazano je kretanje zaliha pet različitih vrsta repromaterijala za period od pet nedelja sa prosečnom prodajom proizvoda. Količine repromaterijala date su u jediničnim količinama zaliha koje predstavlja jednu nabavku. to znači da zaliha količine predstavlja jednu nabavku, a takođe i potrošnja je data u količinama jedne nabavke.



Slika 3: Grafički prikaz potrošnje repromaterijala

Na ordinatnoj osi (slika 3) date su količine repromaterijala u broju nabavki svakog od tri posmatrana repromaterijala koja su prikazana redom plavom, crvenom i zelenom bojom. Na apscisnoj osi dat je vremenski period od pet nedelja u kojim su se posmatrale zalihe. Kada se posmatra prva nedelja vidi se da su posle potrošnje u proizvodnji na zalihama u skladištima preostale jedna jedinica prvog repromaterijala, dve jedinice drugog i jedna jedinica trećeg repromaterijala. U drugoj nedelji se može videti da se ovi repromaterijali nisu koristili u proizvodnji a da je izvršena njihova nabavka i to nabavljeno je jedna jedinica prvog repromaterijala, tri jedinice drugog repromaterijala i šest jedinica trećeg repromaterijala. U trećoj nedelji je za proizvodnju korišćena jedna jedinica drugog

repromaterijala; prvi i treći repromaterijali nisu ni korišćeni a njihove zalihe su povećavane za po jednu jedinicu nabavke. Materijal pod rednim brojem jedan nije korišćen u proizvodnji a ipak je povećana njegova zaliha za jednu jedinicu nabavke što opet opravdava pitanje validnosti takve odluke. U petoj nedelji zalihe trećeg repromaterijala nisu smanjivane ni povećavane što znači da nije bilo ni potrošnje ni nabavke, kada je u pitanju repromaterijal pod rednim brojem dva zaliha je povećana za dve jedinice nabavke..

Implementacija sistema MRP podrazumeva praćenje ukupnih zaliha svih materijala i da bi se izbegle ovakve greške, pošto bi MRP uzimao u obzir sigurnosni nivo zaliha odnosno najniži dozvoljeni nivo zaliha, kao i vreme dostave poručenog materijala.

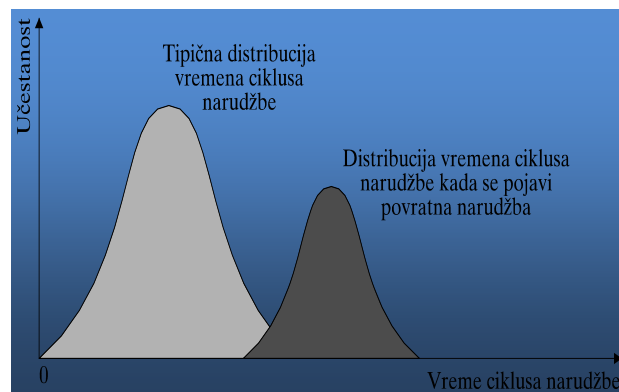
Tržište povlači gotove proizvode, a proizvodnja povlači količine repromaterijala te su ulazni podaci za MRP softver (slika4) .

Pl.Num.	Ident	Delivery term.	Entry term.	Quantity	Scrap %
1	1A200-SB2677	01.04.04 12:00:00	01.04.04 9:25:55	10	10

Slika 4: Radni prozor MRP softvera

- *Pl.Num* – jedinstveni redni broj terminskog plana,
- *Ident* – šifra finalnog proizvoda,
- *Delivery term.* - termin završetka izrade ukupne serije finalnih proizvoda,
- *Entry term.* - termin početka proizvodnog ciklusa,
- *Quantity* – veličina serije čija se proizvodnja planira,
- *Scrap* – planirani postotak škarta.

Distribucije je prilično fleksibilna kada je u pitanju isporuka robe, odnosno u koliko kod potrošača pojedina roba danas nedostaje (slika 5), sutra se već može očekivati njeno prispeće bez obzira na vrstu kupaca iz sistema. To ukazuje da se u distribuciji u koliko je to potrebno vrlo često odstupa od sistema rada koji je postavljen. To samo može poslužiti kao dokaz da je cilj zadovoljenja potrošača ubedljivo u prvom planu. Postojanje distributivnog skladišta takođe ima smisla u slučaju, kada kupci žele bržu isporuku nego pri skladištenju kod proizvođača ali, realizacija ove opcije nije momentalno neophodna.



Slika 5: Učestalost distribucije za celokupno vreme ciklusa narudžbe u situaciji kada roba u skladištu nije raspoloživa

Distributivno skladište može raspolagati nešto nižim asortimanom nego proizvođač ali može raspolagati i mnogo većim asortimanom nego lanac maloprodajnih objekata. Ukoliko se uzmu u obzir svi parametri primarne i sekundarne distribucije može se videti da postoji određeni prostor za unapređenje performansi lanca snabdevanja [4].

5. PRIPREMA OSNOVNIH PODLOGA ZA IMPLEMENTACIJU MRP KONCEPTA

Kompanija MARBO poseduje dosta razvijenu informacionu infrastrukturu na koju bi se mogao implementirati MRP sistem. Međutim ovaj sistem zahteva pripremu svih podloga koje treba da podrže ovaj sistem. Kompanija MARBO je izvršila pripreme na nekim podlogama ali ne na svim. Savremeni integralni informacioni sistem sastoji se u osnovi od sledećih strukturnih elemenata kako bi mogao normalno funkcionisati [5]:

- **Hardware** (oprema)
- **Software** (programi)
- **Dataware** (baza podataka)
- **Lifeware** (kadrovi - radno osoblje)
- **Orgware** (organizacija rada)

5.1. Predlog faze implementacije MRP koncepta

MARBO kompanija se odlučila za takozvani procesni pristup implementaciji MRP koncepta jer je po istoj metodologiji uveden SAP sistem.

Faze implementacije su sledeće:

- Faza analize
- Faza specifikacije
- Faza implementacije i testiranja
- Faza kontrole kvaliteta i obuka
- Faza *going live* i podrška
- Faza kontinuiranog poboljšanja

Analiza (*project planning*) - U fazi analize potrebno je odrediti opseg procesa koji su specifični za kompaniju i uočiti moguće slabe tačke. Za posmatranu kompaniju to su nivoi zaliha.

Specifikacija zahteva (*business blueprint*) - U ovoj fazi definiše se kompletan opseg SAP R/3 implementacije na način da se odrede poslovni procesi koji će biti podržani SAP R/3 sistemom.

Implementacija i testiranje (*realization*) - MY SAP omogućava pokretanje MRP transakcija iz modela procesa. Na taj način omogućuje testiranje paralelno s fazom dizajna.

Kontrola kvalitete i obuka (*final preparation*) - U tradicionalnom obučavanju za upotrebu informacionih sistema korisnik se samo uči o sledu dijaloga, i tada je moguće izgubiti poslovni smisao dijaloga.

Going live i podrška - Kako MYSAP kao rezultat daje razvijene modele procesa koji služe kao procesno orijentirana dokumentacija na Intranetu, izuzetno je pogodan u ovoj fazi.

Kontinualno poboljšavanje - Po završetku implementacije MRP procesni modeli zadržavaju i povećavaju svoju vrednost. Oni sadrže znanje o implementaciji a pomoću analiza, merenja ili promenom poslovnih zahteva će se i menjati, poboljšavati.

6. ZAKLJUČAK

Primena MRP koncepta u sistemu upravljanja lancem snabdevanja "MARBO" donela bi određeni boljitak u načinu funkcionisanja samog lanca i smanjila bi eventualne greške koje su prouzrokovane ljudskim faktorom. Naravno implementacija takvog softvera iziskuje finansijsko ulaganje u sistem poslovanja i to je osnovni uzrok odlaganja realizacije takvog projekta. Pored toga što postoje kvantitativna objašnjenja o koristi sistema, on se nemože implementirati samostalno, potrebne su promene i ulaganja u gotovo sve sektore poslovanja kompanije. Ako se govori o lancu snabdevanja "MARBO" potrebno je stvoriti uslove za implementaciju MRP softvera u svim karikama posmatranog lanca.

7. LITERATURA

- [1] Coveney M. : The Strategy Gap, <http://www.loc.gov>
- [2] Robey D., Ross J. W., Boudreau M.: Learning to implement Enterprise Systems: An Exploratory Study of the Dialectics of Change, <http://www.cis.gsu.edu/>,
- [3] ERP-Systems – Situation and future Developments, http://www.ebz.beratungszentrum.de/ppp_seiten/sonstiges/erp_engl.htm
- [4] Musaji: ERP System Implementation Overview. http://media.wiley.com/product_data/excerpt/80/04712351/0471235180.pdf,
- [5] Akkermans H., Helden K.: Continuous improvement approach to ERP Implementation.

Kratka biografija:



Vladimir Olejar rođen je u Vrbasu 1985.god.Saobraćajni odsek upisao 2006/07 školske godine. Diplomski-master rad odbranio je 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj i transport- Logistika.

KARAKTERISTIKE PREVOZA PUTNIKA I MOGUĆNOST POVEĆANJA SAOBRAĆAJNE PRISTUPAČNOSTI NA KORIDORU TEMERIN-NOVI SAD

CHARACTERISTICS OF THE PUBLIC TRANSPORTATION AND POSSIBLE INCREASE TRAFFIC ACCESSIBILITY ON CORRIDOR TEMERIN – NOVI SAD

Deni Krevešić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu analizirane su karakteristike putovanja putnika na koridoru Temerin Novi Sad sa posebnim akcentom na povećanje saobraćajne pristupačnosti. Izvršena su sistematska brojanja i ankete putnika, koji predstavljaju informacionu osnovu za dalju analizu. Analizom identifikovane su karakteristike putovanja. U skladu sa analizama definisane su mere za povećanje saobraćajne pristupačnosti.

Abstract – In the present work are analyzed the characteristics in the corridor travel passengers Temerin Novi Sad with special emphasis on increasing traffic accessibility. Carried out the systematic counting and passenger survey, which are based information for further analysis. Analysis identified the features travel. In accordance with analyzes are defined measures to increase traffic accessibility.

Ključne reči: Javni prevoz putnika, autobuski prevoz, železnički saobraćaj, biciklistički saobraćaj, paratranzit, saobraćajna pristupačnost, mobilnost.

1. UVOD

Problemi savremenog gradskog i prigradskog prevoza putnika su vrlo različite prirode i variraju od grada do grada, njihovi uzročnici imaju mnoge zajedničke elemente (mala mobilnost, zagađenost, buka, zagušenje u saobraćaju i dr.).

Da bi se postigao efikasan gradski prevoz i izbeglo zagađenje vazduha, neophodno je poboljšati razumevanje oba područja, kako planiranja, organizacije i politike, tako i sistema i tehnologije javnog prevoza putnika.

Novi Sad se guši u saobraćajnim problemima. Potrebno je problem prevazići razvijanjem širih gradskih područja i razvijanjem prigradskih naselja. Primećena je tendencija rasta broja stanovnika grada Novog Sada u odnosu na prigradska naselja koje njemu gravitiraju, prigradska naselja se sporije razvijaju što može dovesti do negativnih efekata da se stanovnici više odlučuju za život u gradu. Kako se bi se omogućio razvoj prigradskih naselja moramo imati saobraćajnu pristupačnost.

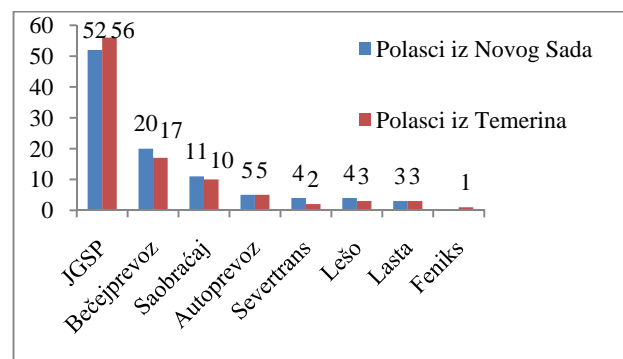
1.1 Definisane predmetnog problema

Kako su prigradski koridori tokova putnika specifični u zavisnosti od njihovog geografskog položaja u odnosu na grad Novi Sad svaki se posebno mora analizirati i definisati prema potrebama samih stanovnika tih naselja. Uočene su određene zakonitosti u tokovima putnika, treba da se usklade sa redovima vožnje, a redovi vožnje trebaju da budu usklađeni između lokalnog i daljinskog saobraćaja.

Koridor koji je analiziran u ovom radu jeste putnički koridor Novi Sad - Temerin. Na ovom koridoru javnim prevozom se preveze 6.005 putnika na dan, što daje koridoru veliku značajnost i dalju potrebu da se analizira kvalitet usluge. Ukupan broj putovanja koji se ostvari tokom dana je 18.613 putovanja.

2. KARAKTERISTIKE PUTNIČKOG TRANSPORTNOG SISTEMA NA KORIDORU TEMERIN – NOVI SAD

Prevoz putnika na koridoru Novi Sad - Temerin najvećim delom obavlja JGSP Novi Sad, dok u manjoj meri učestvuju drugi prevoznici. Ostali prevoznici uglavnom obavljaju dugolinijski saobraćaj osim Saobraćaj Žabalj, koji obavlja prigradski prevoz putnika. JGSP Novi Sad obavlja prevoz sa 4 prigradske linije: 31 (Novi Sad - Bački Jarak), 32 (Novi Sad - Bački Jarak - Temerin), 33 (Novi Sad - Temerin – Gospodinci). Treba napomenuti da osim registrovanih linija i legalnih prevoznika, prigradski saobraćaj obavljaju i "linijski taksi", koji nisu zakonski regulisani, niti definisani. Najveći broj polazaka obavi JGSP Novi Sad što jasno može da se vidi na slici 1.



Slika 1. Broj polazaka na koridoru

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor prof. dr Milomir Veselinović.

Svakim radnim danom registrovano je 99 polazaka iz Novog Sada, od kojih 52 obavi JGSP, dok u pravcu iz Temerina se obavi 97 polazaka od kojih 56 obavi JGSP.

Prevoznici koji obavljaju prevoz putnika preko opštine Temerin su: "Bečejprevoz" Bečej, "Severtrans" Senta, "Saobraćaj" Žabalj, "Autoprevoz" Kikinda, "Lasta" Beograd, "Lešotrans" Kanjiža. Broj polazaka koji realizuju ovi prevoznici je 47 iz Novog Sad, odnosno 41 iz Temerina.

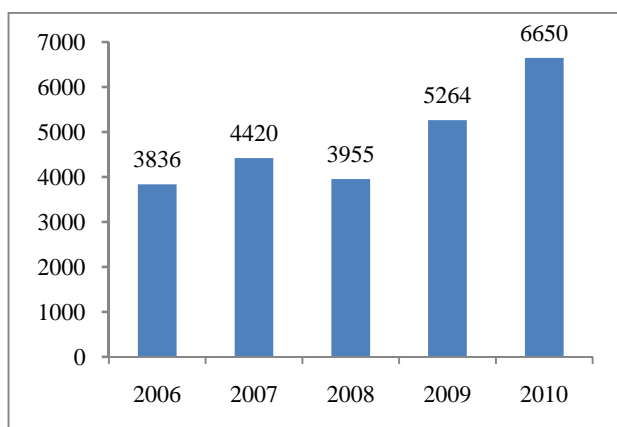
2.1. Sistematska brojanja putnika u javnom prevozu

Broj putnika na Temerinskom koridoru ima tendenciju opadanja. Svaki put kada je vršeno sistematsko brojanje, broj putnika je imao pad. Sistematska brojanja su vršena 2000., 2010. i 2012. godine, što je prikazano u tabeli 1.

Tabela 1. Broj prevezenih putnika po godinama na koridoru

Broj prevezenih putnika po godinama		
2000	2010	2012
10.377	6.583	6.005

Broj putnika je prepolovljen u odnosu na 2000. godinu[1]. Ovakav alarmantan podatak nam ukazuje da sve više ljudi prelazi na korišćenje putničkog automobila za svrhu posao. Broj putničkih automobila i PGDS na putu između Novog Sada i Temerina je znato povećan predhodnih godina.



Slika 2. Prosečan godišnji dnevni saobraćaj putničkih automobila Novi Sad-Temerin

Na osnovu tabele 1 i slike 2 [2] zaključuje se da broj putnika u javnom prevozu se konstantno smanjuje, dok se broj korisnika putničkog automobila povećava. Broj putnika u putničkim automobilima je dva puta veći, nego broj prevezenih putnika javnim prevozom i iznosi 12.563. Broj putnika po jednom putničkom automobilu iznosi 1,9 [3]. Ovakvo stanje može da izazove velike negativne društvene posledice.

2.2. Ankete putnika

Na Temerinskom koridoru vršene su dve ankete: i to anketa na stajalištima i telefonska anketa. Ove ankete nam daju informacije o karakteristikama putovanja, bliže nam određuju strukturu u pogledu zaposlenosti, način dolaska na stajalište, izvorišna putovanja, ciljeve putovanja, presedanje, učestalost putovanja, način plaćanja prevoza.

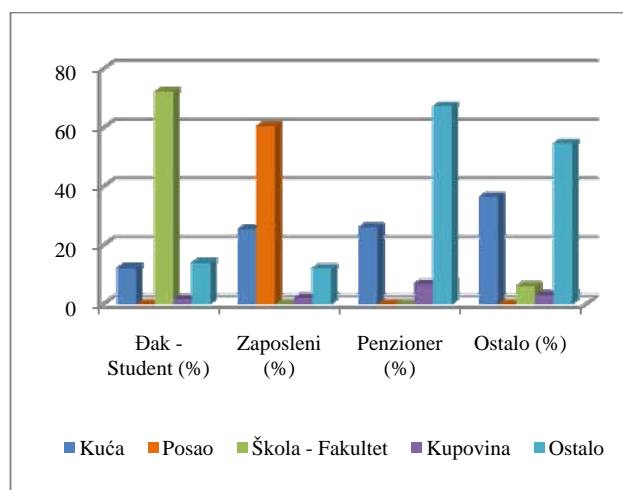
Anketom putnika na stajalištima obuhvaćeno je 640 putnika, što je gotovo 10 ukupnog broja prevezenih

putnika. Ovaj procenat je merodavan za istraživanje i smatra se veoma pouzdanim.

Tabela 2. Struktura zanimanja anketiranih po polu

Pol	Đak-student	Radnik	Penzioner	Ostalo
M(%)	24	18	5	1
Ž(%)	22	19	6	4
Σ(%)	46	38	11	5

Iz tabele 2. možemo videti da javni prevoz najviše koriste dve kategorije putnika, odnosno đak-student i radnik, oni se ujedno i smatraju najaktivnijim delom stanovništva. Oni javni prevoz najviše koriste za obavljanje svakodnevni obaveza, što se može videti na slici 3.



Slika 3. Procentualna raspodela anketiranih prema svrhama putovanja

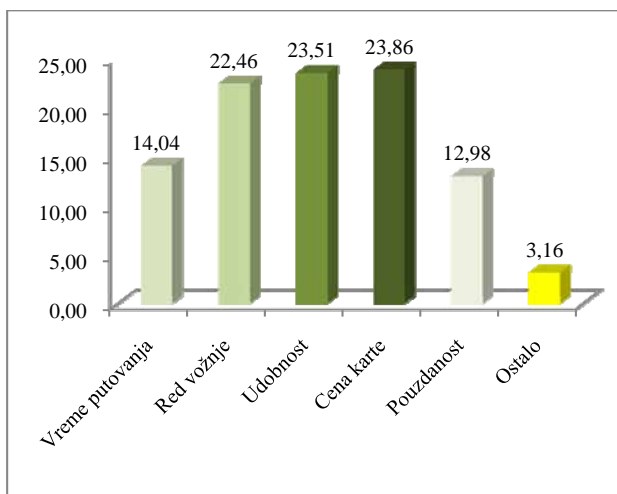
Đaci - studenti najviše koriste javni prevoz za odlazak u školu, odnosno na fakultet, dok mali procenat njih koristi javni prevoz u druge svrhe, kao što su odlazak kući i za obavljanje raznih drugih aktivnosti i obaveza. Kod zaposlenih imamo iste trendove, tj. da prevoz koriste najviše za odlazak na posao

Telefonska anketa je izvršena na teritoriji opštine Temerin. Telefonska anketa je bila bazirana na nivou domaćinstva. U opštini Temerinu postoji 6.529 domaćinstva, a anketirano je 285 domaćinstva. Ova anketa odnosila se na specifičnost pružene usluge na ovom koridoru. Kvalitet usluge može biti različit. Kvalitet usluge se definiše kao opšti efekat svojstva prevozne usluge koji određuje stepen zadovoljstva (potreba) korisnika usluge.

Telefonskom anketom su definisani sledeći podaci:

- struktura domaćinstva
- vidovna raspodela putovanja članova domaćinstva
- faktori kvaliteta prevozne usluge.

Za putnike je podjednako važno da imaju dobro definisan red vožnje koji odgovara potrebama putnika. Udobnost koja se pruža u vozilima, odnosno gužve koje se stvaraju u vozilima. I kao poslednji važan faktor, putnici ističu cenu karte kao veoma bitan faktor koji utiče na kvalitet prevozne usluge.



Slika 4. Procentualna struktura faktora kvaliteta prema oceni putnika

3.PREDLOG MERA ZA POVEĆANJE SAOBRAĆAJNE PRISTUPAČNOSTI ZA PUTNIČKI KORIDOR TEMERIN – NOVI SAD

Kvalitet prevozne usluge treba uvek unapređivati i modernizovati, kroz stalno praćenje tokova putnika i njihovih zahteva. Zahtevi putnika su promenljive u vremenu, pa je neophodno kontinualno praćenje kako bi se odgovorilo na sve zahteve koje stoje pred prevoznicima. Mere kojima se postiže poboljšanje prevozne usluge, a preko njega povećava se saobraćajna pristupačnost. Ima za rezultat: unapređenje životne sredine, povećanje vrednosti zemljišta, rasterećenje saobraćajnica, veća mobilnost stanovništva, sniženje troškova života i dr.

Predlog mera za povećanje pristupačnosti, se sastoji iz dva modela putovanja koji svojom ponudom omogućavaju korisniku da odabere način putovanja koji je u skladu sa njegovim zahtevom. Integracija svih vidova javnog prevoza je preduslov za njegovo uspešno odvijanje.

3.1.Primarni model putovanja

Bazira se na uvođenju prigradske železnice kao nosioca transportnog sistema. Železnička infrastruktura na ovom koridoru već postoji, železničke stanice locirane su na samo 10-tak minuta pešice od centara u okviru naselja na ovom koridoru (Bački Jarak, Temerin i Gospođinci). Ovakav resurs je neophodno iskoristi. Železnicu karakteriše visko kapacitet prevoza i to do 40.000 putnika na čas kao i velika komercijalna brzina (i do 90 km/h) u odnosu na autobuski podsistem čija komercijalna brzina na koridoru iznosi 36km/h.

Železnica se karakteriše malom fleksibilnošću, pa je neophodno da postoje podsistemi koji je napajaju. Bicikli kao osnovno sredstvo za napajanje železnice putnicima. "Bike on the Train" ovaj sistem podrazumeva da su šinska vozna sredstva tako konstruisana da se sa biciklom lako i jednostavno može ući, izaći i kretati u vozu kao na slici 5.



Slika 5: „Bike on the train“ model

Putnici bi mogli da uđu na Temerinskom koridoru u voz sa biciklom i u Novom Sadu da izađu, i tako nastave svoje putovanje biciklom, što se vidi na slici 5.

Novi Sad i Temerin imaju karakterističan ravničarski reljef što izuzetno pogoduje korišćenju bicikala.

Paratranzit kao dopunski sistem železnice omogućava svim onim korisnicima koji ne mogu na železničku stanicu da dodju peške ili biciklom. Temerin ima slabo razvijenu mrežu javnog prevoza, sve linije prolaze glavnim koridorom, pa su pojedina pešačenja do stajališta i veća od 15 minuta. Definisnjem linija za paratranzit, ostvarila bi se dobra povezanost železničke stanice i ostalih delova Temerina. Najudaljenija tačka naseljenog dela Temerina do železničke stanice iznosi 5,1 km.

3.2. Sekundarni model putovanja

Ovaj vid modela predstavlja postojeći autobuski sistem prigradskog prevoza. Usklađivanje redova vožnje sa potrebama putnika, povećanje konfora, uvođenje noćnih polazaka, davanje prednosti u vršnom opterećenju železničkom saobraćaju, samo su neki od neophodnih procesnih radnji koji nužno vode do kvalitetnije usluge prevoza.

3.3. Uvođenje jedinstvenog tarifnog sistema

Uvođenjem ovakvog sistema omogućava se bolje iskorišćenje kapaciteta postojećih sistema putem objedinjavanja frekvencija. Organizaciono objedinjavanje tarifnog sistema putem savremenih tehnologija, u naplati nudi dobru kontrolu tokova prihoda od prodaje karata.

Prigradsku železnicu takođe treba integrisati u sistem jedinstvene naplate karata. Putnik sam može koncipirati putovanje u zavisnosti od njegovih potreba. Ovakav sistem obezbeđuje veći komfor u smislu smanjenja gužvi u vršnom opterećenju i bolju vremensku pristupačnost u pogledu frekvencije vozila.

Integracija svih vidova prevoza treba da omogući korisniku da lako, brzo i jednostavno koristi sisteme shodno svojim zahtevima. Kroz integraciju sistema viskokapacitivni sistemi bi bili favorizovani i dodatno stimulisani, kako bi ga putnici više koristili.

4. ZAKLJUČAK

Temerin je zasebna opština, treba da uskladi razvoj sa razvitkom Novog Sada. Prigradska naselja treba po svojoj definiciji da pruže stanovnicima prijatno okruženje za stanovanje u zdravoj i mirnoj sredini, preko velike saobraćajne pristupačnosti, a da posao obavljaju u obližnjim gradovima. Ovakav koncept omogućava ravnomeran i pravilan razvoj čitave države.

Kvalitetan javni prevoz bi smanjio interes stanovnika da pređu da žive u Novi Sad, pa bi stvario drugi efekat, pojavio bi se interes gradskog stanovništva za stanovanjem u Temerinu, gde su daleko komforniji i zdraviji uslovi života.

8. LITERATURA

- [1] „Projekat odvijanja gradskog i prigradskog prevoza putnika u Novom Sadu“ JP Urbanizam, 2004
- [2] „Prosečan godišnji saobraćaj na putevima u Srbiji“ JP Putevi Srbije
- [3] „Nostram“ JP Urbanizam, 2009

Kratka biografija:



Deni Krevešić rođen je u Novom Sadu 1986. godine. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka, Departmana za Saobraćaj, iz oblasti Urbani prevoz putnika odbranio 2011. godine, član saveta za bezbednost saobraćaja u Temerinu od 2011. Master rad iz oblasti Urbani prevoz putnika odbranio 2012. godine.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2011. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aleksandar Erdeljan	Đorđe Obradović	Milan Narandžić	Radoš Radivojević
Aleksandar Kovačević	Đorđe Vukelić	Milan Simeunović	Radovan Štulić
Bato Kamberović	Đura Oros	Milan Trifković	Rastislav Šostakov
Biljana Njegovan	Đurđica Stojanović	Milan Trivunić	Sebastian Baloš
Bogdan Kuzmanović	Emil Šećerov	Milan Vidaković	Slavka Nikolić
Bogdan Sovilj	Erika Malešević	Milan Zeljković	Slavko Đurić
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milenko Kljajić	Slobodan Krnjetin
Bojan Tepavčević	Goran Anđelić	Milenko Sekulić	Slobodan Milovančev
Boris Antić	Goran Sladić	Milica Miličić	Slobodan Morača
Boris Dumnić	Goran Stojanović	Milinko Vasić	Slobodan Navalusić
Boris Jakovljević	Goran Švenda	Milomir Veselinović	Slobodan Tabaković
Boško Ševo	Goran Vujić	Miloš Slankamenac	Sonja Ristić
Branislav Atlagić	Gordana Stojić	Miloš Živanov	Srboljub Simić
Branislav Borovac	Gordana Milosavljević	Milovan Lazarević	Srđan Kolaković
Branislav Marić	Gordana Ostojić	Miljana Prica	Stevan Stankovski
Branislav Nerandžić	Igor Budak	Miljko Satarić	Tanja Kočetov
Branislava Novaković	Igor Karlović	Miodrag Hadžistević	Tatjana Lončar
Branka Nakomčić	Ilija Bašičević	Mirjana Malešev	Todor Bačkalić
Branko Milosavljević	Ilija Kovačević	Mirjana Miloradov	Toša Ninkov
Branko Perišić	Ivan Beker	Mirjana Mišić	Uroš Nedeljković
Cvijan Krsmanović	Ivan Luković	Mirjana Radeka	Valentin Glavardanov
Čedomir Stefanović	Ivan Stanivuković	Mirjana Subotin	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivan Župunski	Miro Govedarica	Velimir Čongradec
Darko Marčetić	Janko Hodolić	Miroslav Hajduković	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jasmina Dražić	Miroslav Kljajić	Vera Lazić
Dejan Vukobratović	Jelena Atanacković	Miroslav Nimrihter	Veran Vasić
Dragan Jovanović	Jeličić	Miroslav Popović	Veselin Avdalović
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Mitar Jocanović	Veselin Perović
Dragan Mrkšić	Jelena Tričković	Mladen Kovačević	Vladan Radlovački
Dragan Popović	Jovan Petrović	Momčilo Kujačić	Vladeta Gajić
Dragan Šešlija	Jovan Tepić	Nađa Kurtović	Vladimir Katić
Dragana Bajić	Jovan Vladić	Nebojša Pjevalica	Vladimir Radenković
Dragana Konstantinović	Kalman Babković	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Srdić
Dragana Šarac	Katarina Gerić	Nemanja Stanisavljević	Vladimir Todić
Dragoljub Novaković	Ksenija Hiel	Nikola Čelanović	Vladimir Vujičić
Dragutin Stanivuković	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Vlastimir Radonjanin
Dušan Kovačević	Leposava Grubić Nešić	Nikola Radaković	Vuk Bogdanović
Dušan Dobromirov	Livija Cvetičanin	Nikola Teslić	Zdravko Tešić
Dušan Gvozdenac	Ljiljana Vukajlov	Ognjen Lužanin	Zoran Anišić
Dušan Malbaški	Ljiljana Živanov	Pavel Kovač	Zoran Brujić
Dušan Sakulski	Ljubica Duđak	Pavle Gladović	Zoran Milojević
Dušan Uzelac	Maja Turk Sekulić	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Duško Bekut	Marin Gostimirović	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Duško Đurić	Maša Bukurov	Radivoje Dinulović	Željko Trpovski
Đorđe Čosić	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Đorđe Lađinović	Milan Martinov	Radoš Radenković	Željko Kanović