



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXVII

Број: 3/2012

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXVII Свеска: 3

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 трећа 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 01.02.2012. до 31.03.2012. год., а који се промовишу 18.05.2012. 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 3, објављени су радови из области машинства, електротехнике и рачунарства и грађевинарства.

У свесци са редним бројем 2. објављени су радови из области саобраћаја, графичког инжењерства и дизајна, архитектуре, инжењерског менаџмента, инжењерства заштите животне средине, мехатронике и примењене математике.

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

	Strana
Radovi iz oblasti: Mašinstvo	
1. Veljko Vavrin, Ivana Kovačić, O SINHRONIZACIJI METRONOMA	533
2. Laslo Verebelji, Milosav Georgijević, KONCEPT FAZI LOGIČKOG KONTROLERA ZA PRIGUŠENJE NJIHANJA KONTEJNERA KOD KONTEJNERSKIH DIZALICA	538
3. Ljubiša Vojnović, PRORAČUN EVAPORACIONE RASHLADNE KULE	542
4. Nebojša Mudrinski, TEHNOEKONOMSKA ANALIZA SISTEMA GREJANJA I HLAĐENJA ZA STAMBENI OBJEKAT ..	546
5. Zoltan Lastović, Ivan Pešenjanski, GENERATOR VRELOG VAZDUHA ZA PEKARU NA DRVNI OTPAD 100 kW	549
6. Savo Božić, Miodrag Hadžistević, ANALIZA KONTROLE UNUTRAŠNJEG OZUBLJENJA SPOLJNJEG ZUPČANIKA PLANETARNOG REDUKTORA PREDNJE VUČE TRAKTORA IMT575	553
7. Daniel Jakša, Plavka Skakun, TEHNOLOGIJA OBLIKOVANJA PET AMBALAŽE DUVANJEM	557
8. Vladimir Tomašev, ODREĐIVANJE SILA KOJE DELUJU NA VAZDUHOM HLAĐENE LOPATICE GASNE TURBINE	561
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Đorđe Milovanović, Veran Vasić, PRIMENA SOFT-STARTERA ZA POKRETANJE ASINHRONOG MOTORA PUMPNOG AGREGATA	565
2. Vesna Špirić, SOFTVERSKA DETEKCIJA QRS KOMPLEKSA KOD EKG SIGNALA	569
3. Сабина Даздаревић, ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ПЕРСОНАЛНОГ ОРГАНИЗАТОРА КОРИШЋЕЊЕМ GWT ТЕХНОЛОГИЈЕ	573
4. Viktorija Kovač, SENZORI UV ZRAČENJA NA BAZI OPTIČKIH VLAKANA	577
5. Katarina Cvejin, PRIMENA BARIJUM BIZMUT TITANATA KAO TEMPERATURNO OSETLJIVOG MATERIJALA	581
6. Andrej Boršoš, PROJEKTOVANJE LOGIČKIH FUNKCIJA U DINAMIČKOJ LOGICI U STANDARDNOJ 0.30 μm CMOS TEHNOLOGIJI	585
7. Branko Točević, EKSPLOATACIJA I ODRŽAVANJE CENTRALNIH I TRANSPORTNIH MREŽA	589
8. Vlatko Bonić, UREĐAJ ZA MERENJE TEMPERATURE I VLAŽNOSTI	593
9. Ognjen Stikić, IZAZOVI U PRETRAZI I VIZUELIZACIJI KOLEKCIJA DIGITALNIH SLIKA	597

10.	Stevica Janković, SMART TV KAO KORISNIČKI INTERFEJS KA SISTEMIMA KUĆNE AUTOMATIKE	601
11.	Milan Nikolić, PROVERA RADA PREKOSTRUJNE ZAŠTITE I OPTEREĆENJA ELEMENATA PRILIKOM BESPREKIDNOG PREBACIVANJA OPTEREĆENJA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	605
12.	Goran Mišković, Nelu Blaž, MODELOVANJE I KARAKTERIZACIJA LC SENZORA POMERAJA TIPA MEANDAR	609
13.	Andrea Hrabovski, REALIZACIJA EKSPERTSKOG SISTEMA ZA UPRAVLJANJEM PROCESOM OBRADE RIBE	613
14.	Uroš Kuzmanov, INTELIGENTNI SISTEM ZA PODRŠKU U ODLUČIVANJU PRI UPRAVLJANJU BRODSKOM PREVODNICOM	617
15.	Đorđe Nedeljković, Milan Vidaković, UPRAVLJAČKI MODUL ZA IZVRŠAVANJE DISTRIBUIRANIH ZADATAKA NA SOLR PLATFORMI	621
16.	Ivan Škrobot, Željen Trpovski, Slobodan M. Mitrović, MEDICINSKE APLIKACIJE ZA POREMEĆAJE SLUHA I GLASA	624
17.	Vladimir Višnjić, PROGRAMSKO REŠENJE ZA TESTIRANJE ADAPTIVNIH PID UPRAVLJAČKIH ALGORITAMA	628
18.	Dragan Milićević, PROGRAMSKO REŠENJE ZA TESTIRANJE ALGORITAMA ZA AUTOMATSKO PODEŠAVANJE PARAMETARA PID REGULATORA	632
19.	Ivan Koprivica, Vladimir Katić, POGONSKI PARAMETRI SAVREMENIH URBANIH TRAMVAJA	636
20.	Milan Vignjević, Vladimir Katić, BALANS SNAGA U MREŽAMA SA VETROELEKTRANAMA	640
21.	Marko Vučićević, Aleksandar Miljković, Dragan Samardžija, Dragan Kukolj, ODREĐIVANJE OPTIMALNE RASPODELE PREDAJNIKA U HETEROGENOJ BEŽIČNOJ MREŽI UPOTREBOM GENETSKOG ALGORITMA; konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2011.....	644
22.	Đorđe Golubović, Goran Miljković, Svetozar Miučin, Zvonimir Kaprocki, Vladimir Velisavljev, WEBGL IMPLEMENTATION IN WEBKIT BASED WEB BROWSER ON ANDROID PLATFORM; konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2011.....	648
23.	Ivana Kačar, KONKURENTNO PROGRAMIRANJE PROGRAMSKIM JEZIKOM C++	652
24.	Ivan Nenadović, REPRODUKCIJA 3D ZVUKA VIRTUELNE SCENE NA IMERSIVNI 2D UREĐAJ	656
25.	Veljko Golović, SERVIS IMENA ENTITETA OBJEKTNOG MODELA DISTRIBUTIVNOG ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA	660
26.	Ratko Raicki, MIKROPROCESORSKI SISTEM SA ANDROID APLIKACIJOM ZA BEŽIČNU RAZMENU PODATAKA	664
27.	Ilija Lučić, Đorđe Simić, Tatjana Samardžić, Mile Davidović, Mihajlo Katona, JEDNO REŠENJE APLIKACIJE ZA PRIKAZIVANJE MULTIMEDIJALNIH REKLAMA U OKVIRU SISTEMA ZA USLOVNI PRIKAZ TELEVIZIJSKIH KANALA; konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2011.....	668
28.	Bojan Tomić, RAZVOJ RESURSNO-ORIJENTISANIH APLIKACIJA I NetKernel	672
29.	Борислав Субић, ВИЗУЕЛИЗАЦИЈА ДИСТРИБУТИВНЕ МРЕЖЕ И ПОСТУПКА ТРАСИРАЊА ОПРЕМЕ CDNA СИСТЕМА У ИНТЕРНЕТ ПРЕТРАЖИВАЧУ	676

30. Monika Bratić, DISTRIBUIRANI GENERATORI	680
--	-----

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Damjan Petković, Mirjana Malešev, PROJEKAT BETONA ZA POSLOVNI OBJEKAT „AQUA PARK – WELLNESS CENTAR “ BANJA JUNAČKOVIĆ“	684
2. Mladen Dokić, PROJEKAT TEHNOLOGIJE I ORGANIZACIJE GRAĐENJA SA SINHRON PLANOM INSTALACIJA STAMBENOG OBJEKTA	688
3. Miljana Parović, ODREĐIVANJE RECIKLAŽNIH KAPACITETA STAMBENIH OBJEKATA	692
4. Damir Tomčić, PROJEKAT KONSTRUKCIJE INDUSTRIJSKE DVOBRODNE HALE SA TEORETSKOM OBRADOM OPTEREĆENJA SNEGOM	696
5. Ivan Kostadinović, ORGANIZACIJA IZGRADNJE POSLOVNOG OBJEKTA – HALE I VIZUELIZACIJA DNEVNOG OPERATIVNOG PLANA NA IZRADI KONSTRUKCIJE	700
6. Vanja Ješić, Đorđe Lađinović, PROJEKAT VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE ZGRADE U NOVOM SADU	704
7. Јелена Радун, ПРОЦЕНА СТАЊА, САНАЦИЈА И ДОГРАДЊА ЗИДАНОГ ОБЈЕКТА	708
8. Vojislav Sedlan, UPOREDNA ANALIZA UGOVORA PREMA OPŠTIM USLOVIMA GRAĐENJA	712
9. Слободан Јуришић, Небојша Радовић, АНАЛИЗА ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТНОЈ МРЕЖИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ СА ПРИМЕРОМ ПОБОЉШАЊА ОПАСНИХ МЕСТА У ЗОНИ ЛЕСКОВЦА	716

O SINHRONIZACIJI METRONOMA**ABOUT THE SYNCHRONIZATION OF METRONOMES**Veljko Vavrin, Ivana Kovačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu razmatran je problem sinhronizacije metronoma postavljenih na zajedničku osnovu koja ima mogućnost translatornog kretanja. Nakon demonstracije fenomena sinhronizacije sa realnim metronomima, formiran je mehanički i matematički model razmatranog sistema. Primenom heurističke analize je pokazano postojanje fazne i antifazne sinhronizacije i definisane su njihove karakteristike. Metodom osrednjavanja su određene oblasti parametarske ravni koje karakteriše različit broj i tip sinhronizacije. Ovi rezultati su potvrđeni i numerički.

Abstract – The problem of the synchronization of metronomes placed on a common base that performs translator motion is considered. After the demonstration of the phenomenon of synchronization, the mechanical and mathematical model are formed. By carrying out a heuristic analysis, in-phase and anti-phase synchronization are shown to exist and their features are defined. The method of averaging is used to determine the regions in a parametric plane that are characterized by a different number and type of synchronization. These results are confirmed numerically.

Ključne reči: Sinhronizacija, metronom, fizičko klatno, amplituda, faza

1. UVOD

Problem sinhronizacije spregnutih fizičkih klatana privlači pažnju naučnika već dugi niz godina. Prvi zapis ovog fenomena se vezuje za ime Kristijana Hajgensa [1], koji je primetio da se oscilacije klatana dva sata pričvršćena za istu gredu posle određenog vremena usklađuju, a klatna uvek kreću u suprotnim smerovima jedno u odnosu na drugo, tj. u suprotnoj fazi. Prva kvalitativna zapažanja na ovu temu je izneo Korteveg 1906. godine [2]. Nakon više od sto godina, Benet i njegovi saradnici [2] su izveli eksperiment analogan Hajgensovom, uspešno reprodukujući sinhronizaciju u suprotnoj fazi. Oni su takođe formirali matematički model sistema i sprovedi detaljnu teorijsku studiju, određujući oblasti vrednosti parametara sistema za koje se pojavljuje antifazna sinhronizacija, kvaziperiodično kretanje i gašenje oscilacija [2]. Nakon toga, mnogi naučnici su radili istraživanja na ovu temu, bivajući zainteresovani za sinhronizaciju u fazi, pri kojoj je frekvencija oscilacija klatana identična i klatna se kreću saglasno, bez ikakve fazne razlike. Na postojanje sinhronizacije u fazi je ukazao Blekman 1998. godine [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila dr Ivana Kovačić, vanr. prof.

Ovu vrstu sinhronizacije je prvi put eksperimentalno demonstrirao Pantaleone 2002. godine na sistemu metronoma [4], što je poslužilo i kao osnova za modelovanje i analizu sprovedenu u ovom radu. Pantaleonov rad sadrži i originalan model samopobude koji potiče od „escapement“ mehanizma metronoma usvojen u formi van der Polovog člana [5]. Osim ovog modela, pri analizi sinhronizacije kod metronoma su razmatrani i sistemi sa drugačijim mehaničkim i matematičkim modelom ovog mehanizma [6], kao i oni koji su uzimali u obzir viskozno prigušenje i elastična svojstva podloge [7, 8], što u ovom radu nije uzeto u obzir.

Cilj ovog rada jeste proučavanje fenomena sinhronizacije metronoma postavljenih na zajedničku osnovu. Rad, osim Uvoda, sadrži objašnjenje postavke i postupka demonstracije fenomena u sekciji 2. U ovoj sekciji je definisan i mehanički model sa odgovarajućim matematičkim modelom. Sekcija 2 takođe sadrži heurističku analizu koja daje objašnjenje kako se sistem ponaša u stanju sinhronizacije u fazi i antifazi. Nakon toga je primenjena metoda osrednjavanja, prikazana su rešenja za stacionarno kretanje, kao i oblasti parametarske ravni sa različitim brojem fiksnih tačaka za sinhronizaciju u fazi i antifazi. Takođe su data i numerička rešenja osrednjenih jednačina kretanja u vremenskom domenu. Poslednja sekcija 3 sadrži zaključke rada.

2. O PROBLEMU DVA METRONOMA

Metronomi su uređaji koji se koriste za održavanje konstantnog tempa pri uvežbavanju ili izvođenju nekog muzičkog dela. Metronomi imaju specifičan mehanizam - „escapement“ mehanizam, koji predstavlja unutrašnji izvor energije i služi za održavanje konstantnog ritma. Za eksperimentalnu demonstraciju su u ovom radu korišteni metronomi nemačke firme „Wittner“, model „Taktell piccolo“.



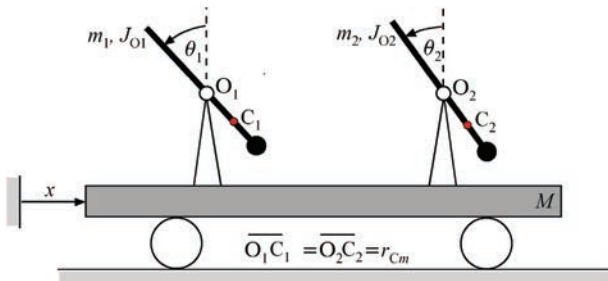
Slika 1. Dva metronoma na zajedničkoj osnovi

Metronomi se nalaze na zajedničkoj osnovi (Slika 1), koja je postavljena na jednake prazne limenke, i u

mehaničkom smislu omogućava spezanje metronoma, tj. protok energije između njih. Po pokretanju klatana metronoma rukom, može se uočiti različito ponašanje sistema: sinhronizacija u fazi i antifazi, kvaziperiodično kretanje i gašenje oscilacija, kako je to demonstrirano u video dokumentu autora [9].

2.1. Mehanički i matematički model

Da bi se fenomen sinhronizacije analizirao teorijski, neophodno je najpre izvršiti mehaničko modelovanje posmatranog sistema. Mehanički model je prikazan na Slici 2. Metronomi su modelovani kao fizička klatna masa $m_i=m$ ($i=1, 2$) sa poznatim rastojanjem r_{cm} centara mase C_i od ose zglobova koja prolaze kroz tačke O_i , i sa poznatim momentom inercije za osu obrtanja $J_{O_i}=J_O$. Podloga na kojoj se nalaze metronomi je modelirana kao kruti štap mase M , a limenke kao laki diskovi, pri čemu je pretpostavljeno da između štapa i diskova nema proklizavanja. Sistem ima tri stepena slobode: za generalisane koordinate su usvojene linijska koordinata x koja definiše pomeranje štapa u horizontalnom pravcu, kao i uglovi θ_1 i θ_2 koji definišu otklone klatana od vertikalne ose (Slika 2).



Slika 2. Mehanički model sistema

Generalisane sile Q_{θ}^* za uglove obrtanja θ_i potiču od „escapement“ mehanizma i modelirane su kao članovi van der Polovog tipa:

$$Q_{\theta}^* = \varepsilon^* \left[1 - \left(\frac{\theta_i}{\theta_{0i}} \right)^2 \right] \dot{\theta}_i, \quad (1)$$

gde je ε^* pozitivna realna konstanta van der Polovog člana, a tačka iznad θ_i označava diferencijal po vremenu t . Važno je uočiti da se ovakav model ponaša kao mehaničko dejstvo koje dodaje energiju u sistem ili oduzima energiju iz sistema u zavisnosti od odnosa otklona klatna i karakterističnog ugla metronoma θ_{0i} , što je njegova unutrašnja fizička karakteristika. U daljoj analizi se radi pojednostavljenja usvaja $\theta_{0i}=\theta_0$. Formiranjem Lagranževih jednačina druge vrste za generalisane koordinate x , θ_1 i θ_2 , te uvrštavanjem generalisanog ubrzanja po x u jednačine po uglovima obrtanja, uz bezdimenzionisanje, sledi:

$$\begin{aligned} \frac{d^2\theta_1}{d\tau^2} + (1+\Delta)\sin\theta_1 + \mu \left[\left(\frac{\theta_1}{\theta_0} \right)^2 - 1 \right] \frac{d\theta_1}{d\tau} \\ - \beta \cos\theta_1 \frac{d^2}{d\tau^2} (\sin\theta_1 + \sin\theta_2) = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2\theta_2}{d\tau^2} + (1-\Delta)\sin\theta_2 + \mu \left[\left(\frac{\theta_2}{\theta_0} \right)^2 - 1 \right] \frac{d\theta_2}{d\tau} \\ - \beta \cos\theta_2 \frac{d^2}{d\tau^2} (\sin\theta_1 + \sin\theta_2) = 0, \end{aligned} \quad (3)$$

gde je redukovana konstanta van der Polovog člana ε definisana sa:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon^*}{J_O}. \quad (4)$$

Bezdimenzijsko vreme

$$\tau = \omega t, \quad (5)$$

je definisano preko srednje vrednosti sopstvenih frekvencija klatana:

$$\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}, \quad (6)$$

gde su kvadrati sopstvenih frekvencija definisani sa

$$\omega_i^2 = \frac{mgr_{cm}}{J_{O_i}}. \quad (7)$$

Preostala dva konstantna parametra koja figurišu u jednačinama (2) i (3) su

$$\beta = \frac{m^2 r_{cm}^2}{(M+2m)J_O}, \quad (8)$$

$$\mu = \frac{\varepsilon}{\omega}. \quad (9)$$

Prema jednačini (8), parametar β zavisi od masa i njihovog rasporeda u sistemu, a parametar μ , prema (6) i (9) odgovara odnosu redukovane konstante van der Polovog člana i osrednjene kružne frekvencije. Parametar Δ u jednačinama (2) i (3) predstavlja razliku količnika kvadrata sopstvenih kružnih frekvencija u odnosu na kvadrat osrednjene kružne frekvencije (6) i jedinice [4, 10].

2.2. Heuristička analiza

U cilju analize globalnog ponašanja sistema, a u duhu razmatranog fenomena, definišu se nove promenljive δ i σ :

$$\delta = \frac{\theta_1 - \theta_2}{2\theta_0}, \quad (10)$$

$$\sigma = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2\theta_0}. \quad (11)$$

Posle uvođenja ovih promenljivih u jednačine (2) i (3) i sređivanja, sledi:

$$\frac{d}{d\tau} \left[\frac{d\delta}{d\tau} + \mu \left(\sigma^2 + \frac{1}{3}\delta^2 - 1 \right) \delta \right] + \delta = 0, \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{d\tau} \left[\frac{d\sigma}{d\tau} + \mu \left(\frac{1}{3}\sigma^2 + \delta^2 - 1 \right) \sigma \right] \\ + (1+2\beta)\sigma = 0. \end{aligned} \quad (13)$$

U slučaju stanja bliskog stanju sinhronizacije u fazi, kada su uglovi odklona klatana jednaki, promenljiva δ će težiti nuli. Uvrštavanjem ove vrednosti u jednačinu (13), dobija se jednačina van der Polovog oscilatora:

$$\frac{d^2\sigma}{d\tau^2} + \mu(\sigma^2 - 1)\frac{d\sigma}{d\tau} + (1 + 2\beta)\sigma = 0. \quad (14)$$

Rešenje ove jednačine je dato sa [5]:

$$\sigma(\tau) \approx 2 \cos((1 + \beta)\tau). \quad (15)$$

Ovo rešenje u faznoj ravni odgovara graničnoj trajektoriji [5]. Sve bliske trajektorije u oblasti van ili unutar ove granične trajektorije će se nakon izvesnog vremena ustaljivati na njoj, što ukazuje da će sistem vršiti periodično ustaljeno kretanje.

Zamenom rešenja (15) u jednačinu (12), dobija se jednačina koja opisuje kako se δ ponaša u stanju sinhronizacije u fazi:

$$\frac{d}{d\tau} \left[\frac{d\delta}{d\tau} + \mu(1 + 2 \cos(2(1 + \beta)\tau))\delta \right] + \delta = 0. \quad (16)$$

U ovoj jednačini uz μ postoje dva člana: jedan, koji odgovara viskoznom prigušenju i drugi, oscilatornog tipa sa približno dvostruko većom kružnom frekvencijom od bezdimenzijske. Stoga se rešenje jednačine (16) može napisati u obliku [5]:

$$\delta(\tau) \approx \delta(0)e^{-\mu\tau/2} \cos(\tau + \chi). \quad (17)$$

Ovo rešenje ukazuje da će amplituda δ opadati po eksponencijalnom zakonu, težeći nuli, kako je i pretpostavljeno.

Ova analiza se može ponoviti i za stanje sinhronizacije u antifazi, kada je $\theta_1 = -\theta_2$. U ovom slučaju, σ će težiti nuli, dok će rešenje za δ odgovarati graničnoj trajektoriji. Ova vrsta sinhronizacije, kao i prethodna, je stabilna.

2.3. Metod osrednjavanja

S obzirom na pokazanu mogućnost oscilatorne promene uglova, rešenja za θ_1 i θ_2 se mogu pretpostaviti u obliku:

$$\theta_1 = A\theta_0 \cos(\tau + \phi), \quad (18)$$

$$\theta_2 = B\theta_0 \cos(\tau + \xi), \quad (19)$$

gde su A i B napoznate amplitude, dok su ϕ i ξ nepoznate faze. Faze i amplitude su funkcije „sporog“ vremena. Pretpostavljajući da su parametri μ , β i Δ mali, i primenjujući metod osrednjavanja [10], dobija se:

$$\frac{dA}{d\tau} = \frac{1}{8} [\mu A(4 - A^2) + 4\beta B \sin \psi], \quad (20)$$

$$\frac{dB}{d\tau} = \frac{1}{8} [\mu B(4 - B^2) - 4\beta A \sin \psi], \quad (21)$$

$$\frac{d\psi}{d\tau} = \frac{1}{8} [-3\gamma(A^2 - B^2) + 8\Delta + 4\beta \left\{ \frac{B}{A} - \frac{A}{B} \right\} \cos \psi], \quad (22)$$

gde je uvedena nova promenljiva ψ koja predstavlja razliku faza $\psi = \phi - \xi$. Za sinhronizaciju u fazi, gde su uglovi i faze jednaki, sledi $\psi = 0$. U slučaju sinhronizacije u antifazi, važi $\theta_1 = -\theta_2$, a faze imaju konstantan fazni pomeraj π . U ovom slučaju, sledi da je $\psi = \pi$. Jednačine

(20)-(22) sadrže i novi konstantan parametar γ , koji je jednak šestini kvadrata karakterističnog ugla θ_0 , što je posledica izvesnih transformacija koje uključuju i razvijanje sinusne funkcije u Tajlorov red [4, 10]. U cilju dalje analize, uvode se nove promenljive:

$$r = \frac{A^2 + B^2}{4}, \quad (23)$$

$$s = \left(\frac{B}{A} - \frac{A}{B} \right), \quad (24)$$

te osrednjene jednačine (20)-(22) postaju:

$$\frac{dr}{d\tau} = \mu r \left[1 - \left(\frac{s^2 + 2}{s^2 + 4} \right) r \right], \quad (25)$$

$$\frac{ds}{d\tau} = -\frac{1}{2} [\mu s r + \beta(s^2 + 4) \sin \psi], \quad (26)$$

$$\frac{d\psi}{d\tau} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{3\gamma r}{\sqrt{s^2 + 4}} + \beta \cos \psi \right) s + 2\Delta \right]. \quad (27)$$

Stacionarne (ustaljene) vrednosti r^* , s^* i ψ^* su definisane nultom vrednošću levih strana jednačina (25)-(27), što za identične metronome, kada je $\Delta = 0$, daje:

$$r^* = \frac{s^{*2} + 4}{s^{*2} + 2}, \quad (28)$$

$$s^* = \frac{\mu}{2\beta \sin \psi^*} \left[1 - \sqrt{1 - 2 \left(\frac{2\beta \sin \psi^*}{\mu} \right)^2} \right]. \quad (29)$$

Na osnovu uslova da diskriminanta u jednačini (29) mora biti nenegativna, dobija se kodomen stacionarnih vrednosti s :

$$-\sqrt{2} \leq s^* \leq \sqrt{2}. \quad (30)$$

Stacionarne vrednosti ψ^* su definisane sa:

$$\left(3\gamma \frac{\sqrt{s^{*2} + 4}}{s^{*2} + 2} + \beta \cos \psi^* \right) s^* = 0. \quad (31)$$

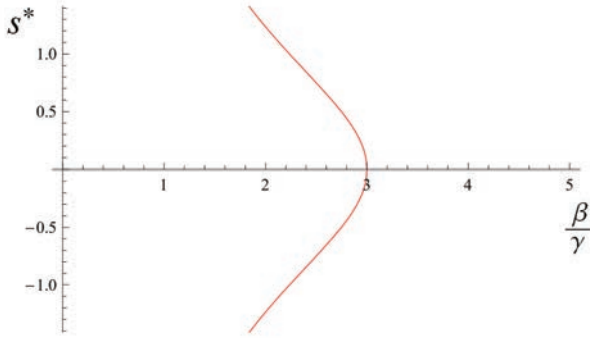
Jednačina (31) ima dva rešenja: jedno rešenje je trivijalno $s^* = 0$ i važi uvek, dok je drugo rešenje definisano sa bikvadratnom jednačinom koja je dobijena kombinovanjem rešenja jednačina (31) po $\cos \psi^*$ sa transformisanom jednačinom (29) po $\sin \psi^*$:

$$s^{*4} + s^{*2} \left[4 - \frac{9}{\left(\frac{\beta}{\gamma} \right)^2} - \frac{\left(\frac{\mu}{\gamma} \right)^2}{\left(\frac{\beta}{\gamma} \right)^2} \right] + 4 - \frac{36}{\left(\frac{\beta}{\gamma} \right)^2} = 0. \quad (32)$$

Očigledno je da vrednosti netrivialnog rešenja za s^* zavise od vrednosti parametara β , γ i μ . Grafički prikaz ovog rešenja za $\mu/\gamma = 0.4$, što odgovara vrednostima realnog sistema [4], je dat na Slici 3. Ovo rešenje postoji samo u određenoj oblasti, a njene granice u parametarskoj ravni

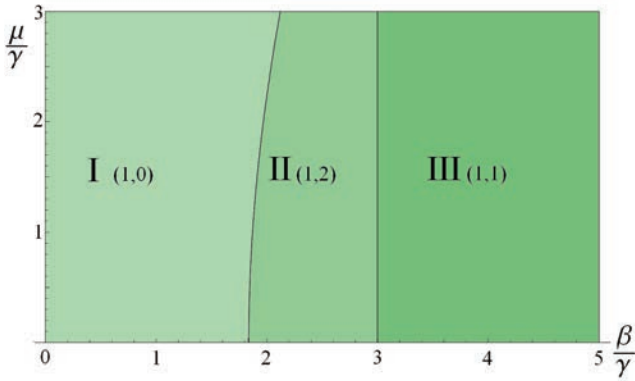
se dobijaju iz jednačina (29) i (31) za kodomen s^* definisan jednačinom (30).

Leva granica $(\mu/\gamma)^2 = 8(\beta/\gamma)^2 - 27$ je dobijena za $s^{*2}=2$, a desna granica $\beta/\gamma = 3$ za $s^{*2}=0$.



Slika 3. Rešenje jednačine (32) za s^* u funkciji odnosa β/γ za $\mu/\gamma=0.4$

Na ovaj način se u parametarskoj ravni $\beta/\gamma - \mu/\gamma$ mogu uočiti tri karakteristične oblasti I, II i III, kako je prikazano na Slici 4.



Slika 4. Parametarska ravan sa tri oblasti I, II i III; brojevi u zagradama (n_f, n_{sf}) predstavljaju: n_f - broj fiksnih tačaka sinhronizacije u fazi, n_{sf} - broj fiksnih tačaka sinhronizacije u suprotnoj fazi

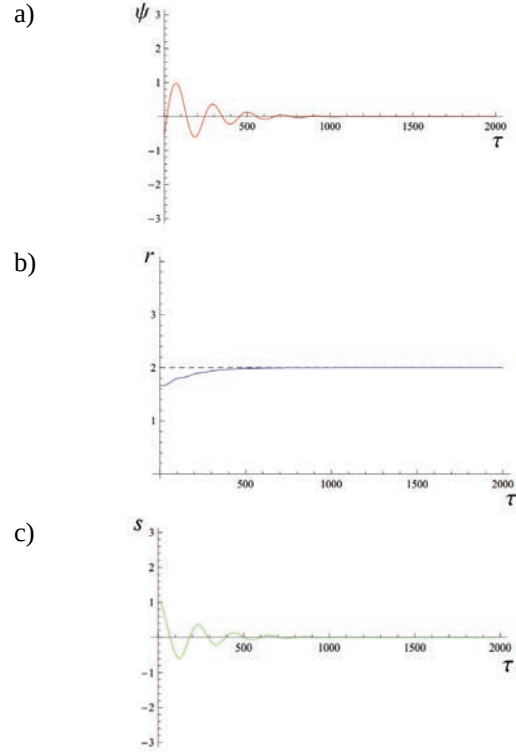
Dakle, u oblastima I, II i III postoji trivijalno rešenje za s^* , a u oblasti II postoji i netrivialno rešenje definisano jednačinom (32). Brojevi u zagradama sa Slike 4 su dobijeni tako što je u odnosu na jednačinu (31) tražena oblast definisanosti i broj rešenja za $\cos\psi$, i to za $\psi=0$ (sinhronizacija u fazi) i za $\psi=\pi$ (sinhronizacija u suprotnoj fazi) [4, 10].

Da bi se proverili i potvrdili rezultati analitičke analize, izvršeno je numeričko rešavanje osrednjenih jednačina kretanja (25)-(27) za $\Delta=0$ i prikazana su njihova rešenja u funkciji bezdimenzijskog vremena. Rešenja prikazana na Slici 5a)-c) odgovaraju parametrima iz oblasti I i potvrđuju da $\psi \rightarrow 0$, $r \rightarrow 2$ (ova vrednost je naznačena isprekidanom linijom) i $s \rightarrow 0$, što odgovara sinhronizaciji u fazi, i u skladu je sa rezultatima analitičke analize. Ovakvo ponašanje se može numerički potvrditi i za oblasti II i III, što ovde nije prikazano, ali je dato u tezi [10].

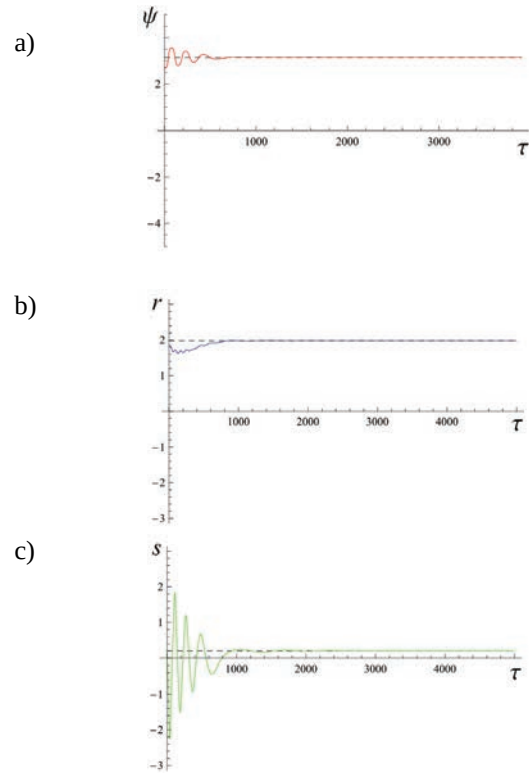
Na Slici 6a)-c) prikazana su numerička rešenja koja odgovaraju oblasti II.

Dobijena rešenja potvrđuju antifaznu sinhronizaciju jer $\psi \rightarrow \pi$, stacionarna vrednost s je netrivialna i odgovara

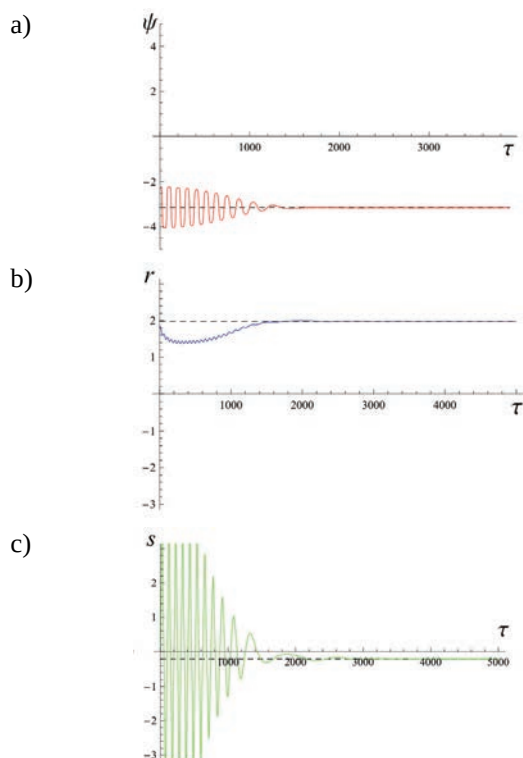
0.2, dok r , prema (28), teži 1.98. Ove stacionarne vrednosti dobijene analitički su označene horizontalnim isprekidanim linijama na ovoj i narednim slikama.



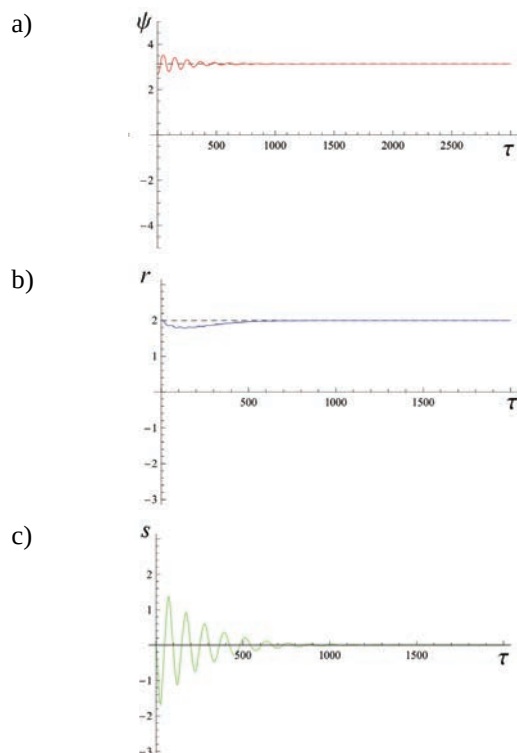
Slika 5. Sinhronizacija u fazi oblasti I, za $\beta=0.011$, $\gamma=0.025$, $\mu=0.01$ i početne uslove $\psi(0) = -0.5$, $r(0)=0.5$, $s(0)=0$



Slika 6. Sinhronizacija u antifazi u oblast II, za $\beta=0.073868$, $\gamma=0.025$, $\mu=0.01$ i početne uslove $\psi(0)=2.7$, $r(0)=1.98$, $s(0)=0.2$



Slika 7. Druga moguća sinhronizacija u antifazi u oblasti II, za $\beta=0.073868$, $\gamma=0.025$, $\mu=0.01$ i početne uslove $\psi(0)=-2.3$, $r(0)=1.98$, $s(0)=-0.2$



Slika 8. Sinhronizacija u antifazi u oblast III, za $\beta=0.1$, $\gamma=0.025$, $\mu=0.01$ i početne uslove $\psi(0)=2.7$, $r(0)=2$, $s(0)=0$

Kako je na Slici 4 naznačeno, u oblasti II su moguće dve sinhronizacije u antifazi. Pored prvog slučaja prikazanog na Slici 6, moguć je i slučaj kada se za iste vrednosti parametara sistema dobija $\psi \rightarrow -\pi$, $r \rightarrow 1.98$, a $s \rightarrow -0.2$

(Slika 7). Ova rešenja su dobijena za drugačije početne uslove u odnosu na one date na Slici 6.

Slika 8 odgovara parametrima sistema iz oblasti III. Ona potvrđuje da $\psi \rightarrow 0$, $r \rightarrow 2$, a $s \rightarrow 0$, što ukazuje na sinhronizaciju u antifazi.

3. ZAKLJUČAK

Metronomi na zajedničkoj pokretnoj osnovi se ponašaju kao spregnuti van der Polovi oscilatori koji mogu da se sinhronizuju u fazi i u antifazi. Analitička analiza, čiji su rezultati verifikovani numerički, ukazuje na postojanje tri karakteristične oblasti u parametarskoj ravni. Sinhronizacija u fazi se javlja za sve vrednosti parametara sistema, dok sinhronizacija u antifazi ne postoji za relativno male vrednosti odnosa parametra koji zavisi od masa, njihovog rasporeda u sistemu i karakterističnog ugla metronoma. U jednoj od oblasti su moguće dve sinhronizacije u antifazi, pri čemu početni uslovi definišu koja od njih će biti realizovana.

4. LITERATURA

- [1] A. Pikovsky, M. Rosenblum, J. Kurths, „Synchronization a universal concept in nonlinear sciences“, Cambridge University Press, New York 2001.
- [2] M. Bennett, M.F. Schatz, H. Rockwood, K. Wiesenfeld, „Huygens's clocks“. *Proc. R. Soc. Lond. A* 458 (2002), 563-579.
- [3] I.I. Blekhman, „Synchronization in science and technics“, Nauka, Moscow, 1981 (na ruskom).
- [4] J. Pantaleone, „Synchronization of metronomes“. *Am. J. Phys.* 70 (2002), 992-1000.
- [5] B. Vujanović, „Teorija oscilacija“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [6] W.T. Oud, „Design and experimental results of synchronizing metronomes“, Master thesis, Eindhoven University of Technology, 2006.
- [7] A.Yu. Pogromsky, V.N. Belykh, H. Nijmeijer, „Controlled synchronization of pendula“. *Proc. of the 42nd IEEE Conference on Decision and Control*. Maui, Hawaii USA, December 2003, 4381-4386.
- [8] H. Ulrich, A. Mann, U. Parlitz, „Synchronization and chaotic dynamics of coupled mechanical metronomes“. *Chaos* 19 (2009), 043120 (6 pp).
- [9] <http://youtu.be/cauJVIEl3KQ>, pristupljeno februara 2012.
- [10] V. Vavrin „O sinhronizaciji metronoma“, Diplomski-master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.

Kratka biografija:



Veljko Vavrin rođen je u Novom Sadu 1981. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehanika (Buka, vibracije i dizajn) odbranio je 2012. godine. E-mail adresa: vavrineljko@yahoo.com



Dr Ivana Kovačić je vanredni profesor na Departmanu za tehničku mehaniku Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Bavi se kvalitativnom i kvantitativnom analizom nelinearnih oscilatornih sistema. E-mail adresa: ivanakov@uns.ac.rs

KONCEPT FAZI LOGIČKOG KONTROLERA ZA PRIGUŠENJE NJIHANJA KONTEJNERA KOD KONTEJNERSKIH DIZALICA

COCEPT OF A FUZZY LOGIC CONTROLLER TO DAMPING THE CONTAINER SWINGING IN THE CONTAINER CRANES

Laslo Verebelji, Milosav Georgijević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj: Prilikom pretovara kontejnera velikim brzinama, neminovno javlja se njihanje tereta. U ovom radu se daje opis fazi logičkog kontrolera, koji uz pomoć senzora i pisanih fazi pravila upravlja radom elektromotora kolica dizalice, na način, da se kontejner koji dolazi do mesta za odlaganje, znatno umiruje. U radu se daje detaljna analiza i metodologija koncipiranja kontrolera. Koncipiranje sistema fazi pravila rađeno je Matlab® softverom, a simulacija i upoređivanje dobijenih rezultata u Simulink® softveru.

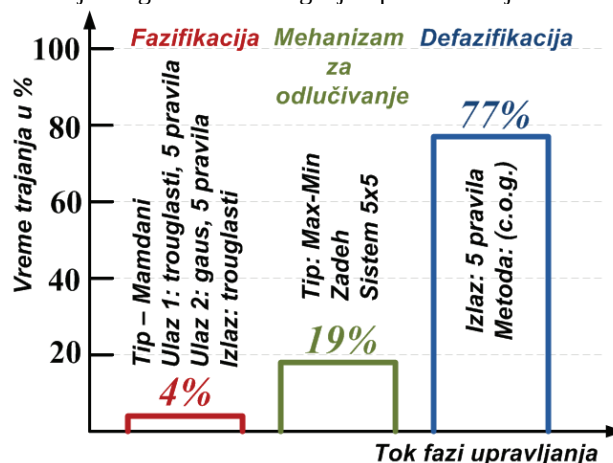
Abstract: Reloading of containers at high speeds, causes inevitably swinging of the load. Having this in mind, this paper describes a fuzzy-logic controller, which with a help of sensors and written fuzzy rules, using DC motors, operates in a manner that significantly calms down a container in the process of its disposal. The paper provides detailed analysis and methodology of conceptualizing a fuzzy logic controller. Conceptualization of the fuzzy system rules is done in the Matlab® software, and simulations and results comparison in the Simulink® software.

Ključne reči: kontejnerske dizalice, upravljanje, Fuzzy logika, njihanje kontejnera

1. UVOD

Prilikom pretovara kontejnera, javljaju se oscilacije i njihanja kontejnera, koja su u zavisnosti od veličine ubrzanja, tj. direktno zavise od veličine spolnjih sila i deljstva inercijalnih sila, odnosno dinamičkih opterećenja. Ove nepovoljne pojave se manifestuju tim da se kontejner ne može brzo spustiti dole, a to znači da se produžuje vreme za utovar ili istovar kontejnera. Bez menjanja konstrukcije i motora date dizalice, jedini način da se priguše ova njihanja prilikom pozicioniranja je da se ugradi kontroler upravljanja pretovarnog ciklusa, a u ovom slučaju to će biti sistem fazi logičkog upravljanja. Sistem se sastoji iz senzora koji u ovom slučaju mere; visinu od mesta za odlaganje i od senzora koji meri ugao zakošenja kontejnera od vertikale. Sa ovim „in real time“ vrednostima, uz pomoć programiranih procesora, upravlja se radom

elektromotora za translatorno kretanje kolica i elektromotora za dizanje i spuštanje tereta. Filozofija fazi upravljanja kod ovog sistema zasniva se na tome da se konstantno prate vrednosti dobijene od senzora i te vrednosti se unose u „Fazifikator“ koji ih pretvara, uz pomoć analognog - digitalnog pretvarača u digitalne signale. Poto sledi „mehanizam za odlučivanje“, koji uz pomoć „baze pravila“, simulira rad i odluku iskusnog operatera. Zatim vrenost iz mehanizama za odlučivanje ide u „defazifikator“ koje pretvara zaključke mehanizama za odlučivanje u stvarne podatke (uz pomoć digitalnog-analognog pretvarača) za taj dati proces. Ovakvi ciklusi fazi upravljanja se stalno ponavlja sve dok kontejner ne dođe do dozvoljenih granica za odlaganje - pozicioniranje.



Slika 1. Dijagram redosleda i karakteristike

2. KONTENJERSKE DIZALICE

Kontejnerske dizalice, predstavljaju sistem dizalica koji se koriste za utovar i istovar kontejnera u lukama. Dizalice se nalaze u kontejnerskim terminalima, mestima gde se kontejneri premeštaju s broda u skladište ili obrnuto.^[1]

3. FAZI LOGIČKI KONTROLER (FLK)

Fazi logički kontroleri služe za upravljanje sistemima (u ovom slučaju kontejnerske dizalice), gde se javlja potreba da se oponaša iskusni operater. U ovom radu zadatak je da se za novu dizalicu, konstruiše kontroler koji kontroliše njihanje tereta. Prvo se moraju sakupiti osnovne informacije o osnovama fazi logike, svim raspoloživim mikrokontrolerima, mikroprekidačima i mogućnosima korišćenja sistema fazi logičkog kontrolera (SFLK). Posle su potrebni svi parametri koji će da definišu nekoliko probnih aplikacija FLK.

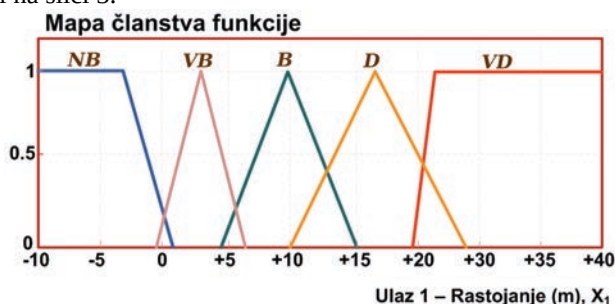
NAPOMENA:

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

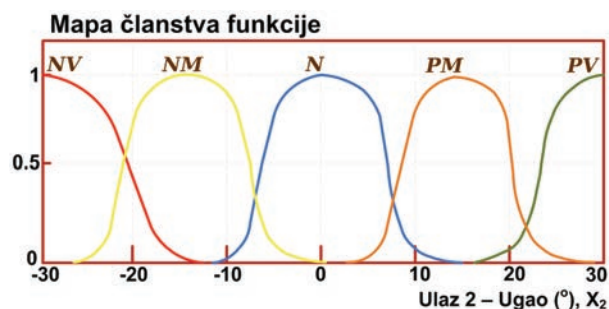
Neki korisni FLK softverski alati koriste se kod izgradnje aplikacija. Fazi programeri mogu da koriste ove softvere tokom rada. Na slici 1. je date su vremenske radnje, a simulacija sistema je pokazala da najviše vremena oduzima defazifikacija, a najmanje fazifikacija.

3.1 FAZIFIKACIJA

Prvo se daju parametri koji definišu nekoliko probnih aplikacija FLC. Kada je to urađeno pristupa se definisanju ulaznih veličina. Sistem ima dva ulaza i jedan izlaz. *Ulaz 1(m)*, X_1 je senzorom izmereno rastojanje od kontejnera do mesta za odlaganje. *Ulaz 2(°)*, X_2 je ugao zanošenja kontejnera u odnosu na vertikalu. U oba slučaja je uzeto pet lingvističkih promenljivih, što je ilustrovano na slici 2 i na slici 3.



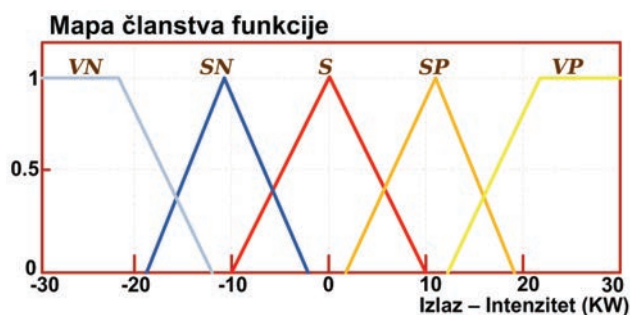
Slika 2. Lingvistične promenjive za rastojanje (m), X_1



Slika 3. Lingvistične promenjive za ugao (rad), X_2

Može se uočiti da se za rastoljanje $L(m)$ X_1 koristi, pet promenljivih i to: *Negativno Blizu, Veoma Blizu, Blizu, Daleko, Veoma Daleko*. Promenjive su uzete u obliku trougla sa simetričnim temenima, ali sa asimetričnim rasporedom. Simetrični trougao se koristi jer nema potrebe za promenu intenziteta jačine signala u toku prolaza kroz određenu promenjivu. Kod raspodela se vodi računa o tome da se kod većih rastojanja od cilja mogu grublje menjati signali, koji pri tom neće uticati na kvalitet upravljanja.^[2] Ali u zoni blizu cilja javlja se potreba za finijim komandama i iz tih razloga se koristi strmija stranica trougla i preklap sa susednom promenljivom je znatno manji nego na drugom delu dijagrama. Isti je slučaj kod promenjive za ugao, gde uzeto pet promenljivih za ugao; *Negativno Veliko, Negativno Malo, Nula, Pozitivno Malo, Pozitivno Veliko*. Kod izbora promenjive uzeta je gausova kriva, tj. Formalizovana su jezička pravila u obliku zvona, iz razloga što prilikom ulaska u zonu bliskoj nuli (cilju), signal iz ulaza reba da bude što umereniji. Za raspored isto važi da kod većih uglova, treba imati u vidu da će se javljati veći negativni uglovi prilikom početka svakog radnog ciklusa, a i veliki pozitivni uglovi prilikom zaustavljanja, tj. u blizini zone za odlaganje.^[3]

Potom sledi izbor tipa fazi logičkog kontrolera. U današnje vreme kod kontenjerskih dizalica se najviše koristi *Mamdani* tip kontrolera, ili eventualno tip *Sugeno*. *Mamdani* ima prednost kod dinamičnih sistema, a *Sugeno* kod statičkih sistema sa velikim bazama za pravila. Za ovaj sistem odabran je *Mamdani*-tip;^[4] "Ako→Onda", *Min(a,b)*, fazi sistem kontrolera. Proces definiše *Izlaz (KW)*, koji određuje da li elektromotor treba da ubrza kretanje kolica dizalice, da uspori ili da stane, ili izlaznu vrednost koja je mešavina tih glavnih stanja. Za izlaz je izabrano pet lingvističkih vrđnosti, i to su; *Veliko Pozitivno, Srednje Pozitivno, Stop, Srednje Negativno, Veliko Negativno*. Ilustracija izlaza je data sa slikom 3. gde se može uočiti da su se koristila ista pravila kao kod mape članstva funkcije u slici 2. Vidi se da je promenjiva koja označava stop (S), šira po bazi i to iz razloga što se ova komanda koristi kada su vrednosti X_1 i X_2 u blizini nule, tada se traži da komande motora budu što mekše zbog razloga sto je kontenjer blizu zone za odlaganje.^[5]



Slika 4. Lingvistične promenjive za izlaznu snagu (KW)

Treba napomenuti da različiti oblici funkcije članstva kod ulaza 1 i 2 i kod izlaza i prostorno uređenje istih, ne utiče mnogo na sam sistem upravljanja. Veliki uticaj ima baza pravila sa mahanizmom za odlučivanje. Ove lingvistične promenjive, pre svega utiču na svojstva prelazaka između susednih zona, koja su definisana sa bazama pravila. Izbor strategije fazifikatora zavisi od mehanizama za odlučivanje,odnosno da li je baziran na kompromisu više pravila ili na bazi pojedinačnih pravila za upravljanje. Ovaj modul kontrolera je u intrakciji sa stvarnim okruženjem, tj. sa senzorima od kojih uzima podatke i konver-tuje u oblik koji može da se obrađuje u mehanizmu za odlučivanje. Ulazne promenljive su najpre obrađene u ovom modulu prema pravilima članstva funkcije koje su definisane u bazi pravila fazi logičkog kontrolera.

3.2 BAZA FAZI PRAVILA

Kod funkcije članstva, ulazni ili izlazni skupovi (vrednosti) svih mogućih vrednosti za date promenljive se nazivaju baza fazi pravila ili univerzalni skup (discourse universe). Baza fazi pravila je uvek predstavljena sa velikim slovima (X), a njegovi članovi uvek se označavaju sa malim slovima (x). Za grafičku ilustraciju funkcije članstva koristi opseg mogućih vrednosti za datu promenljivu i to je označena kao baza fazi pravila. Za sve ulaze i izlaze iz FKL mora se definisati baza fazi pravila, koja sadrži jasno definisane vrednosti.^[7]

Baza fazi pravila *If-Then pravila* sadrži lingvistički opis ekspertskih kvantifikacija fazi logike o tome kako da se postigne odgovarajuća kontrola. Za konkretan slučaj treba pisati pravila za; $Ulaz1 \times Ulaz2$, a to je $5 \times 5 = 25$ pravila.

Kod pisanja pravila treba se držati do redosleda i to u cilju da se kod dijagrama baze moglu planski videti promene izlaza u zavisnosti od ulaza. Rad je pisan u takvom obliku da su prvo uzeti vrednosti X_2 za ugao kao konstante i upareni sa X_1 rastoljanjima u datom redosledu. Takvim redosledom pisanja pravila, na kraju se dobilo 25 pravila. Pravila su pisana u Mamdani-tipu; "Ako→Onda":

Pravilo 1: Ako je; $X_1=A_{11}$ i $X_2=A_{1i}$; onda je $Y=B_{1*}$

Pravilo m: Ako je; $X_1=A_{m1}$ i $X_2=A_{mi}$; onda je $Y=B_{m*}$

Gde su: $X_1... X_n$ i Y su lingvistične promenljive, $A_{1i}... A_{mi}$ su moguće vrednosti promenljive X_i $i=1, 2...n$ i $B_{1*}...B_{m*}$ su mogući vrednosti promenljive Y .

Saglasno prethodnim pravila, za dati sistem kontenjske dizalice, napravljen je program pomoću matematičkog softvera *Matlab*[®]:

P^1 : Ako je X_1 : **VD** i X_2 je: **NV**, onda je ($P[KW]$): **VP**

P^2 : Ako je X_1 : **D** i X_2 je: **NV**, onda je ($P[KW]$): **SP**

P^3 : Ako je X_1 : **B** i X_2 je: **NV**, onda je ($P[KW]$): **SN**

P^{24} : Ako je X_1 : **VB** i X_2 je: **PV**, onda je ($P[KW]$): **VN**

P^{25} : Ako je X_1 : **NB** i X_2 je: **PV**, onda je ($P[KW]$): **S**

Ova pravila mogu se pisati i u matricnom obliku, gde je sve iskazano u malom prostoru i daju preglednost (samo se gleda kako se menja susedni član u matrici), kako će se upravljanja menjati ako se promenu ulazne promenljive. Izgled matičnog pisanja:

X_2/X_1	Vrlo Daleko	Daleko	Blizu	Veoma Blizu	Tačno	
Negativno Veliko	VP	SP	SN	VN	VN	NV
Negativno Malo	VP	VP	SN	VN	SN	NM
Nula	VP	SP	SN	SP	S	N
Pozitivno Malo	VP	SP	S	SP	S	PM
Pozitivno Veliko	VP	SP	SN	VN	S	PV
	VD	D	B	VB	T	

Rastoljanje

Ugao

Slika 5. Matična forma baze pravila.

Koristeći ova pravila, napisana su baza pravila za kontenjsku dizalicu. Treba istaći da pri pisanju baze pravila, iskusni projektanti možda bi i pisali manji broj pravila, jer će se videti da i sa manjim brojem pravila može se dobiti isto takav fazi logički kontroler, kao i sa većim brojem pravila. Isto važi i za broj lingvističkih promenljivi, npr. ulazna promenljiva X_2 može da se piše sa tri pravila umesto pet, kako je pisano u ovom radu. Ali, kao što je napomenuto na početku, za koncipiranje kontrolera sa manjim brojem pravila potrebni su iskusni projektanti koji su već izradili puno takvih fazi sistema i koji znaju gde mogu da koriste manje pravila, i takođe znaju razne posebnosti koji uveliko pomažu pri koncipiranju i pro-

jektovanju ovakvih sistema. A kada je reč o projektantima početnicima koji još nisu stekli dovoljna iskustva u projektovanje, ostaje je da pišu detaljno sva pravila i sa većim brojem lingvističkih promenljivi, uz mapomenu da je sistem uvek lakše redukovati sa elementima koji ne utiču na kvalitet sistema, nego u toku rada dopisati pravila.

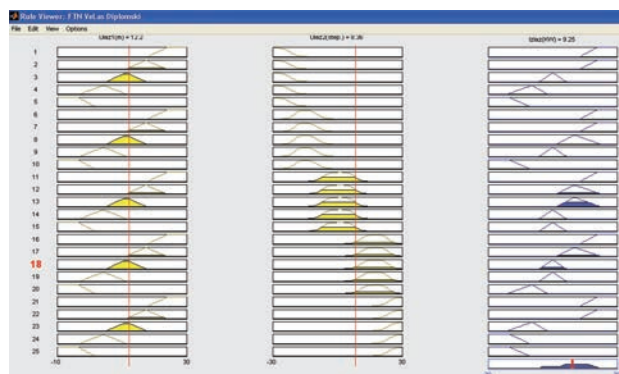
3.3 MEHANIZAM ZA ODLUČIVANJE

Mehanizam za odlučivanje koji se koristi da bi modelirali upravljanje iskusnog operatera i na osnovu toga donosili odluke u okvirima fazi logike i aproksimativnog rezonovanja oslanja se na bazu fazi pravila.

Najčešće korišćene kompozicije zbog računске jednostavnosti i efikasnosti su:

- **Max-min** [Zadeh, 1973]
- **Max-proizvod** [Kaufmann, 1975]

Izgled mehanizama za odlučivanje u *Matlab*[®] -u je:

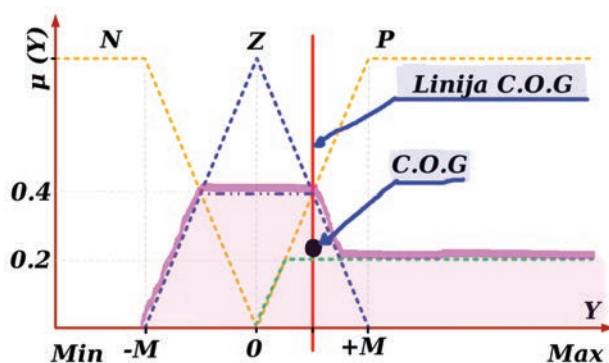


Slika 6. Grafički prikaz baze pravila

Na dijagramu se mogu videti vertikalne crvene linije koji su velika pomoć projektantu za vizuelno praćenje defazifikacije izabranog pravila. takođe se vidi koje pravilo i sa kojim udelom učestvuje i dole se vidi rezultujući izlaz u (KW) sistema.

3.4 DEFAZIFIKACIJA

Kod procesa defazifikacije, fazi komplet se pretvara u jasnu vrednost koji se javlja u izlazu u takvom obliku kojeg sledeći element upravljačkog sistema može jednoznačno da razume i da izvrši. Izbor metode defazifikacije se vrši tako da najbolje opisuje dobijeni izlazni fazi skup. U ovom radu je izabrana defazifikacija tipa- *C.O.G* (center of gravity/area), koji izgleda npr.:

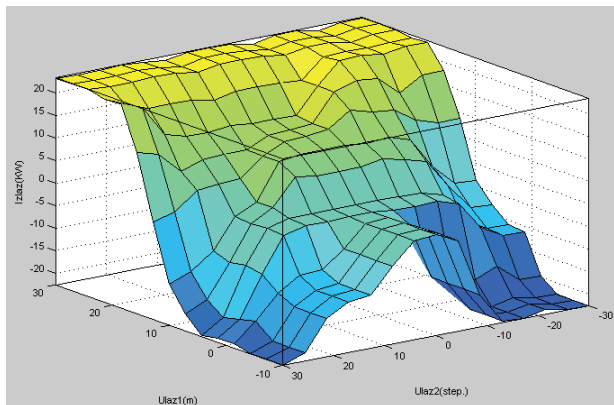


Slika 7. Šematski izgled metode C.O.G defazifikacije

Matematički model C.O.G defazifikacije je:

$$COG = \frac{\int_a^b \mu_A(x) x dx}{\int_a^b \mu_A(x) dx} \quad (1)$$

Pošto su svi promenjive za upravljanje fazi logičkog sistema kontenjske dizalice definisani, može da se predstavi sistem fazi logičkog kontrolera u celini u vidu interaktivnog dijagrama:

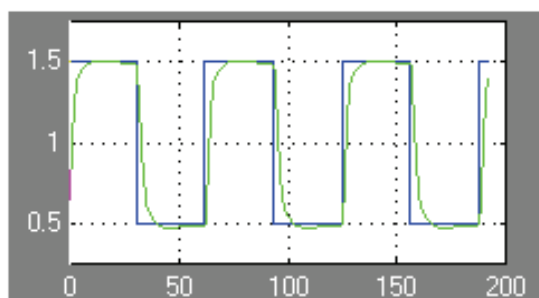


Slika 8. Interaktivni izgled fazi logičkog kontrolera.

Sa dijagrama se može videti da je izlaz kod nultih vrednosti je minimalan, te može da se kontatuje da je fazi logički kontroler spreman za simulaciju i za probu sa modelom.

4. SIMULACIJA FAZI LOGIČKOG SISTEMA

Simulacija je rađena sa softverom Matlab/Simulink®, gde se može raditi simulacija sa matematičkim blok modelima koji su koncipirani tako da se uzimaju u obzir podaci od raspoloživih senzora i sistema na dizalici u cilju dobijanja podataka o odzivu u koracima, pre no što se počne sa realizacijom umanjenog modela sistema kontenjske dizalice.^[8] Rezultati simulacije odziva proizvoljnog koraka su dati na dijagramu:



Slika 9. Simulacija koraka odaziva

Sa slike 9. može se videti da su greške ustaljenog stanja male i da je prekoračenje u sistemu svedeno na minimum. Na ovaj način se sa simulacijama dinamičkih modela, mogu pokazati postignuta poboljšanja, bez pojava neželjenih oscilacija.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu su objašnjeni osnovni pojmovi neophodni za koncipiranje fazi logičkog kontrolera za regulaciju njihanja kontejnera kod lučkih kontejnerskih dizalica. Objašnjen je postupak i redosled pisanja fazi sistema, uz osvrt na neke preporuke pisanja, sa kojima će budući projektanti konceptata upravljačkih sistema lakše i kvalitetnije da dobiju sopstveni fazi logički kontrolni sistem.

Prednost sistema fazi logičkog kontrolera je taj da iako je problem formulisan na osnovu pravila nekonvencionalne kontrole, dobijeni kontroler nije zasnovan na klasičnom matematičkom modelu datog procesa. Ta prednost mu omogućava da upravlja i sa linearnim i sa nelinearnim procesima upravljanja.

Postoji velik broj oblasti za dalje primenu i usavršavanje u ovom domenu. Pre svega to je dalja razrada i preciziranje modula simulacije njihanja kontejnera u softveru Matlab/Simulink®, koji bi obezbediti značajno poboljšavanje kontrolnog algoritma.

6. LITERATURA

- [1] Milosav S. Georgijević, skripta "Pretovar kontejnera" Novi Sad, 1992,
- [2] F. Chevie, F Guély, "Cahier technique n° 191 Fuzzy Logic" (9.-11. str)
- [3] "Conceptual level Desin Tool Set"- <http://cld.mst.uni-hannover.de>
- [4] Leonid Reznik: "Fuzzy Controllers", Victoria University of Technology, Melbourne, Australia 1997, (61. str)
- [5] Constantin von Altrock: "Fuzzy Logic and Neuro Fuzzy Applications in Industrial Automation and Process Control", (5. str)
- [6] Dave Carr, Jeff Shearer: "Nonlinear control and decision making using fuzzy logic in logix", Rockwell (5. str)
- [7] <http://www.fuzzytech.com/>
- [8] <http://www.mathworks.com>

Kratka biografija:



Laslo Verebelji rođen je u Novom Sadu 1975.godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva, smer Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo, odbranio je 2012. godine.



Milosav Georgijević je rođen 1949. godine u Stapar, diplomirao na Maš. fakultetu u Novom Sadu 1974. godine, potom radio u Novkabelu. Doktorirao 1989. na FTN i od 2000. godine redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu.

PRORAČUN EVAPORACIONE RASHLADNE KULE

THE CALCULATION PROCEDURE OF AN EVAPORATIVE COOLING TOWER

Ljubiša Vojnović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazan postupak proračuna evaporacione rashladne kule. Prikazana je upotreba Merkelove jednačine pri toplotnom proračunu kao i postupak hidrodinamičkog i aerodinamičkog proračuna evaporacione rashladne kule.

Abstract – This paper presents the calculation procedure of an evaporative cooling tower. Merkel equation for thermal analysis is shown as well as the process of hydrodynamic and aerodynamic calculations of an evaporative cooling tower.

Ključne reči: Evaporaciona rashladna kula, Merkelova jednačina, Tehnike hlađenja

1. UVOD

U velikom broju postrojenja, kako procesnih tako i toplotnih, se javlja potreba za hlađenjem. Hlađenje pojedinih delova postrojenja se najčešće vrši pomoću razmenjivača toplote različitih konstrukcija. U razmenjivačima toplote se kao rashladni fluid najčešće koristi voda. Upotreba vode je najšire rasprostranjena zbog njene niske cene, dostupnosti i povoljnih toplotnih karakteristika. U zavisnosti od šeme toka rashladne vode u sistemu sistem za hlađenje može biti otvoren i zatvoren. Kod otvorenih sistema rashladna voda se uzima iz izvora koji se nalazi van sistema, a potom se, nakon upotrebe, ispušta u okolinu. Zbog velike potrošnje vode kod otvorenog sistema potrebno je imati izdvojen izvor rashladne vode. Kao izvor rashladne vode kod otvorenih sistema se najčešće koristi bunar, reka, jezero i sl. koji se nalaze u blizini postrojenja. Ovakav sistem je u eksploataciji povezan sa velikim brojem problema kao što su potreba za visokom izdašnošću izvora vode, kao i toplotno i hemijsko zagađenje vode. Da bi se izbegli navedeni nedostaci otvorenih rashladnih sistema i da bi se potrebe za rashladnom vodom svele na minimum u najširoj primeni su zatvoreni rashladni sistemi. Kod zatvorenih rashladnih sistema rashladna voda se kreće u zatvorenom radnom ciklusu. Rashladna voda se nakon izlaska iz razmenjivača toplote ili drugih uređaja, gde vrši funkciju hlađenja, vraća u postrojenje za pripremu rashladne vode gde se hladi i priprema za ponovnu upotrebu u rashladne svrhe. Hlađenje vode u postrojenju za pripremu rashladne vode se najčešće vrši u rashladnim kulama različite konstrukcije.

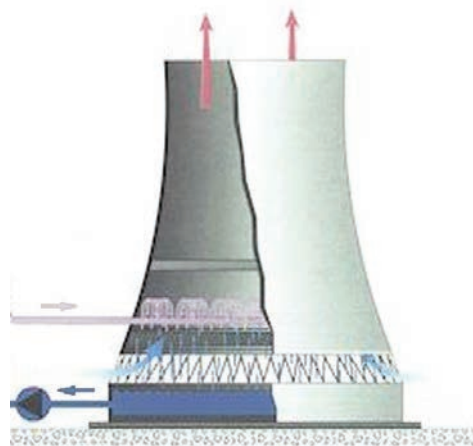
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Momčilo Spasojević.

2. VRSTE RASHLADNIH KULA

Razmena toplote kod evaporacionih rashladnih kula se odvija putem dva mehanizma razmene toplote. Jedan mehanizam je direktan prelazak toplote sa vode na vazduh dok je drugi mehanizam vetrenje (evaporacija) vode. Najznačajniji mehanizam hlađenja je evaporacija vode pa je ovaj tip rashladne kule po tome i dobio ime. U letnjim mesecima, kada su visoke spoljašnje temperature, mehanizmom evaporacije se odvede i do 70% toplote. Da ne bi došlo do zasićenja vlažnog vazduha u kuli kroz kulu je potrebna stalna cirkulacija vazduha. Ova cirkulacija vazduha se može ostvarivati prirodnim strujanjem vazduha (termosifonski) i prinudnim strujanjem vazduha (pomoću ventilatora). Na osnovu načina strujanja vazduha, evaporacione rashladne kule možemo podeliti u dve velike grupe: evaporacione rashladne kule sa prirodnom cirkulacijom vazduha i evaporacione rashladne kule sa prinudnom cirkulacijom vazduha.

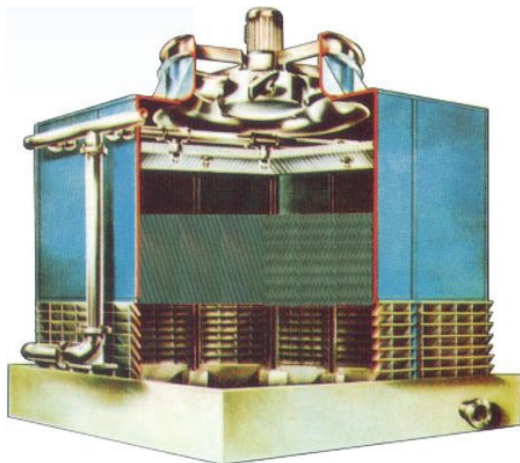
2.1. Rashladne kule sa prirodnom cirkulacijom



Slika 1. Izgled kule sa prirodnom cirkulacijom [1]

Na Slici 1. prikazan je izgled evaporacione rashladne kule sa prirodnom cirkulacijom. Kod ovog tipa rashladne kule vazduh kroz rashladnu kulu cirkuliše prirodnim putem. Da bi se ostvarila prirodna cirkulacija sa dovoljno velikom brzinom strujanja vazduha potrebno je da kula bude velike visine, pa su dimenzije ovih kula veoma velike. Ovaj tip rashladnih kula ima izuzetno veliki rashladni kapacitet i primenjuje se kod energetskih postrojenja gde postoje velike potrebe za rashladnom vodom kao što su termoelektrane, nuklearne elektrane i sl. Ovakav tip rashladnih kula nije primenljiv u većini procesnih postrojenja jer su potrebni rashladni kapaciteti u većini procesnih postrojenja mnogo manji od rashladnih kapaciteta ovih kula.

2.2. Rashladne kule sa prinudnom cirkulacijom



Slika 2. Izgled kule sa prinudnom cirkulacijom [2]

Na Slici 2. je prikazana evaporaciona rashladna kula sa prinudnom cirkulacijom. Kod ovog tipa rashladne kule vazduh kroz kulu cirkuliše pogonjen ventilatorom. Postoje razna konstrukciona rešenja ovih rashladnih kula. Ventilator može biti postavljen na izlasku vazduha iz kule ili na ulasku vazduha u kulu. Koriste se i različite vrste ventilatora, pa tako imamo kule sa centrifugalnim ventilatorom i kule sa aksijalnim ventilatorom. Relativno strujanje vazduha u odnosu na vodu može biti ostvareno na nekoliko načina. Prema šemi strujanja vode i vazduha razlikujemo tri slučaja: suprotnosmerno strujanje, istosmerno strujanje i unakrsno strujanje. Sa aspekta razmene toplote najefikasniji način strujanja je suprotnosmerni, nešto manje efikasan je unakrsni, dok je istosmerni tok strujanja najneefikasniji. U najširoj primeni su suprotnosmerni i unakrsni tokovi strujanja, dok se istosmerni tok strujanja vazduha u odnosu na vodu, zbog svoje neefikasnosti, skoro ni ne primenjuje. Na Slici 2. je prikazan izgled evaporacione rashladne kule sa aksijalnim ventilatorom postavljenim na izlazu vazduha iz kule i suprotnosmernim tokom vazduha u odnosu na tok strujanja vode.

3. PRORAČUN RASHLADNE KULE

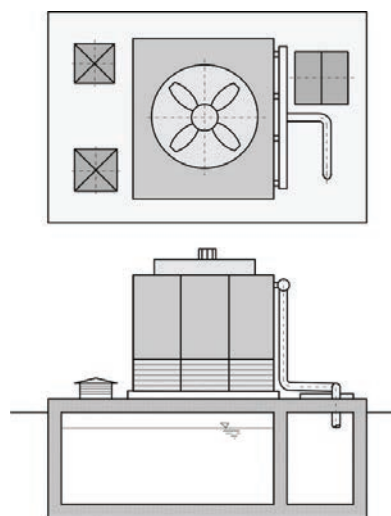
Proračun rashladne kule obuhvata veći broj proračuna kao što su hidrodinamički proračun, aerodinamički proračun, termodinamički proračun, tehnoekonomske proračun i sl. Koji sve proračuni će se vršiti zavisi od cilja projekta. Svaki pojedinačni proračun se radi u zavisnosti od zadataka koji se postavljaju pred projektanta. Zadatak projekta može biti projektovanje nove rashladne kule, izbor rashladne kule iz kataloga proizvođača, adaptacija postojeće rashladne kule, revitalizacija rashodovane kule i razni drugi zadaci.

3.1. Zadatak projekta

Projekat je rađen za potrebe preduzeća a.d. FKL-Temerin. U ovom preduzeću, za potrebe tehnoloških procesa, instalirano je postrojenje za pripremu rashladne vode. Postrojenje za pripremu rashladne vode se sastoji od evaporacione rashladne kule koja je postavljena na bazen za prikupljanje rashladne vode. U sklopu bazena izgrađen je i prostor za smeštaj sve neophodne opreme koja se sastoji od pumpi, cevne armature, merne i regulacione

opreme kao i od elektrorazvodne opreme. Povećanjem proizvodnih kapaciteta povećale su se i potrebe za rashladnom vodom, te se pojavila potreba za povećanjem rashladne snage. Da bi se povećala rashladna snaga sistema, kupljena je rashladna kula veće rashladne snage. Kako rashladna kula nema prateću dokumentaciju, nisu poznate njene karakteristike, niti je poznat proizvođač te rashladne kule. Pored nepoznatih karakteristika rashladne kule problem je i postavljanje ove rashladne kule na bazen za prikupljanje rashladne vode jer su dimenzije rashladne kule prevelike da bi se postavila na postojeći bazen. Zadatak projekta je bio da se smanje dimenzije rashladne kule tako da se rashladna kula može smestiti na postojeći bazen za prikupljanje rashladne vode i da se za tako projektovan sistem odrede sve relevantne karakteristike.

3.2. Opis projektovanog sistema



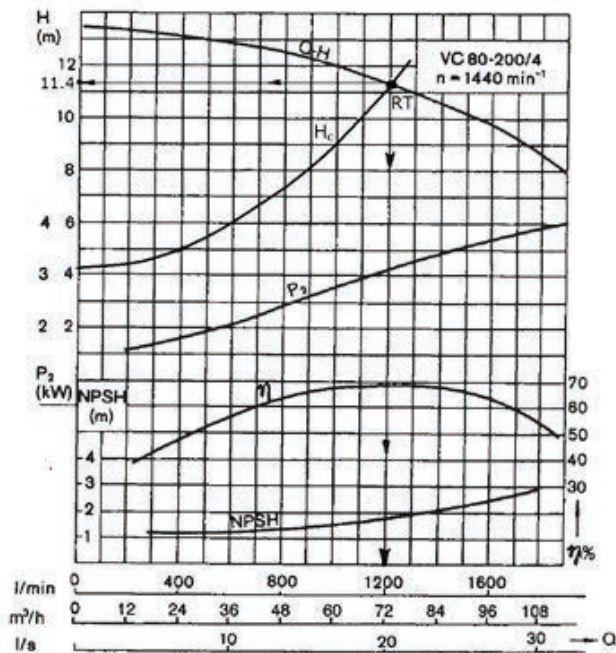
Slika 3. Izgled rashladnog sistema

Kupljena rashladna kula je dimenzija 4900x4900 mm i nju, zbog veličine, nije moguće postaviti na postojeći bazen. Da bismo postavili kulu na bazen, skratili smo dužinu kule za, približno, 1200 mm na taj način što smo izbacili po jedan bočni panel sa obe strane kule. Ovim smo dobili nove dimenzije kule koje nakon ove intervencije, približno, iznose 4900x3700 mm. Kula sa ovako redukovanim dimenzijama može da se smesti na postojeći bazen. Na Slici 3. je prikazan izgled rashladnog sistema gde je prikazan bazen za rashladnu vodu sa rashladnom kulom skraćene dužine. Sva pripadajuća oprema od stare kule je zadržana s napomenom da bi trebalo proveriti električnu instalaciju zbog veće snage elektromotora ventilatora na novoj rashladnoj kuli.

3.3. Hidrodinamički proračun

Hidrodinamički proračun se izvodi pomoću Bernulijeve jednačine, dijagrama za pad pritiska na diznama sistema za razvod vode i dijagrama radnih karakteristika recirkulacione pumpe rashladne kule. Pad pritiska na diznama sistema za razvod vode se može odrediti iz kataloga proizvođača dizni ili kataloga proizvođača rashladnih kula [3]. Za dizne korišćene na posmatranoj rashladnoj kuli pad pritiska na diznama iznosi $p=0,37$ bar. Bernulijeva jednačina se piše za tačku na površini vode u rezervoaru i tačku koja se nalazi na ulazu vode u glavni

razvodni vod. Radne karakteristike pumpe se određuju iz kataloga proizvođača pumpi [4]. Pomoću Bernulijeve jednačine se određuje karakteristika cevovoda i ona se ucrtava na dijagram radnih karakteristika pumpe. Na preseku karakteristike cevovoda i linije napora pumpe određuje se radna tačka. Na osnovu položaja radne tačke se određuje protok vode kroz rashladnu kulu.



Slika 4. Radna tačka

Na Slici 4. je prikazan položaj radne tačke. U dijagram napora pumpe ucrtana je karakteristika cevovoda i u preseku ove dve krive je ucrtana radna tačka. Na osnovu položaja radne tačke sa Slike 4. očitavamo veličinu protoka vode kroz rashladnu kulu i ovaj protok iznosi:

$$Q = 1200 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

Još jedna značajna veličina za ocenu rada rashladne kule je i vodeno opterećenje. Vodeno opterećenje predstavlja protok vode sveden na jedinicu poprečnog preseka ispune rashladne kule i izračunava se pomoću sledeće jednačine:

$$q_w = \frac{G_w}{A_{isp}} \quad (1)$$

gde je: G_w [m³/h] - protok vode kroz rashladnu kulu

A_{isp} [m²] – površina poprečnog preseka ispune

Za posmatranu kulu vodeno opterećenje rashladne kule iznosi:

$$q_w = 4,16 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{h}}$$

3.4. Aerodinamički proračun

Aerodinamički proračun rashladne kule predstavlja proračun strujanja vazduha kroz rashladnu kulu. Cilj proračuna je izračunavanje brzine strujanja i protoka vazduha kroz rashladnu kulu. Proračun se sprovodi tako što se izračunava brzina strujanja kroz difuzor ventilatora, a potom pomoću jednačine kontinuiteta i za ostale preseke rashladne kule. Na osnovu brzine strujanja vazduha može da se izračuna i protok vazduha kroz rashladnu kulu.

Brzina strujanja vazduha kroz difuzor ventilatora se određuje pomoću sledeće jednačine:

$$\omega_{iz} = \frac{P}{\Delta p \cdot A_{izl}} \quad (2)$$

gde je: P [W] - korisna snaga

Δp [Pa] - pad pritiska kroz rashladnu kulu

A_{izl} [m²] – poprečni presek difuzora ventilatora

Korisna snaga ventilatora zavisi od snage na vratilu ventilatora i ukupnog koeficijenta iskorišćenja ventilatora. Kako je snaga na vratilu ventilatora $P_v = 15$ kW a ukupni koeficijent korisnosti aksijalnog ventilatora $\eta = 0.82$. To je korisna snaga ventilatora $P = 12.3$ kW. Pad pritiska vazduha pri strujanju kroz rashladnu kulu se izračunava pomoću sledeće jednačine:

$$\Delta p = \rho_v \frac{\omega^2}{2} \zeta_s \quad (3)$$

gde je: ρ_v [kg/m³] - gustina vazduha

ω [m/s] – brzina strujanja vazduha kroz kulu

ζ_s - ukupni koeficijent otpora strujanju vazduha

Ukupni koeficijent otpora strujanju vazduha može da se izračuna pomoću jednačina koje se mogu pronaći u literaturi koja se bavi projektovanjem i proračunom rashladnih kula [5] i za posmatranu rashladnu kulu on iznosi $\zeta_s = 35.6$. Pad pritiska kroz rashladnu kulu iznosi

$$\Delta p = 223 \text{ Pa}$$

Brzina strujanja vazduha kroz difuzor ventilatora iznosi:

$$\omega_{iz} = 8 \text{ m/s}$$

Dok se iz jednačine kontinuiteta određuje brzina strujanja vazduha kroz ispunu rashladne kule i ona iznosi:

$$\omega = 3,2 \text{ m/s}$$

Na ovom mestu može da se definiše još jedna veličina veoma bitna za ocenu režima rada rashladne kule, a to je koeficijent viška vazduha. Ovaj koeficijent predstavlja odnos protoka vazduha i protoka vode, a određuje se pomoću sledeće jednačine:

$$\lambda = \frac{G_{mv}}{G_{mw}} \quad (4)$$

gde je: G_{mv} [kg/s] - maseni protok vazduha kroz kulu

G_{mw} [kg/s] - maseni protok vode kroz kulu

Kako je maseni protok vazduha kroz kulu $G_{mv} = 68$ kg/s, a maseni protok vode kroz kulu $G_{mw} = 20$ kg/s, onda je vrednost koeficijenta viška vazduha:

$$\lambda = 3,4$$

3.5. Termodinamički proračun

Termodinamički proračun rashladne kule podrazumeva određivanje temperatura vode na ulazu i izlazu iz rashladne kule, određivanje temperatura i relativne vlažnosti vazduha na ulazu i izlazu iz rashladne kule, kao i određivanje rashladne snage kule pri zadatim uslovima i režimima rada. Jedan od najstarijih i do sada najrasprostranjenijih metoda za toplotni proračun rashladnih kula je Merkelov metod. Ovaj metod podrazumeva primenu teorije sličnosti na proračun

rashladne kule. Cilj ovakvog pristupa proračunu rashladne kule je dobijanje jednog bezdimenzionog parametra koji se može koristiti u proračunu čitave klase rashladnih kula. Ovaj parametar je po Merkelu nazvan Merkelov broj, a njegova definicija proističe iz Merkelove jednačine koja se može zapisati u sledećem obliku:

$$Me = Ah\lambda^m \quad (5)$$

Koeficijenti A i m u Merkelovoj jednačini su eksperimentalno dobijeni koeficijenti, h je visina ispune rashladne kule, a λ je koeficijent viška vazduha. Merkelova jednačina može da se zapiše i u sledećem, proširenom, obliku:

$$Me = \frac{\Delta t \cdot c_w}{K \cdot \Delta i_{cp}} = Ah\lambda^m \quad (6)$$

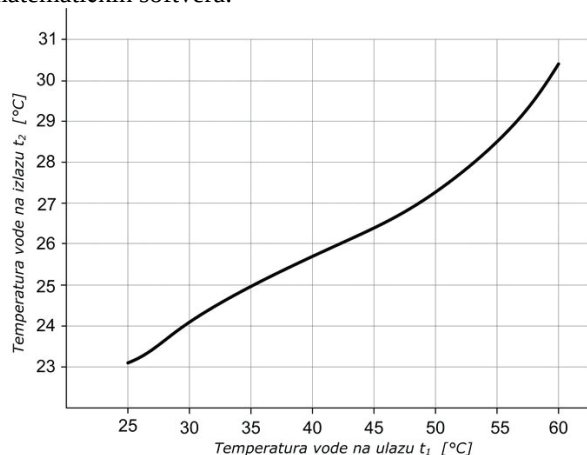
gde je: Δt [°C]- razlika temperatura vode na ulazu i izlazu
 c_w [kJ/kgK] - toplotni kapacitet vode

Δi_{cp} [kJ/kg] - promena entalpije vlažnog vazduha

Iz jednačine (6) možemo da izrazimo temperaturu vode na izlazu iz rashladne kule u zavisnosti od temperature na ulazu u kulu:

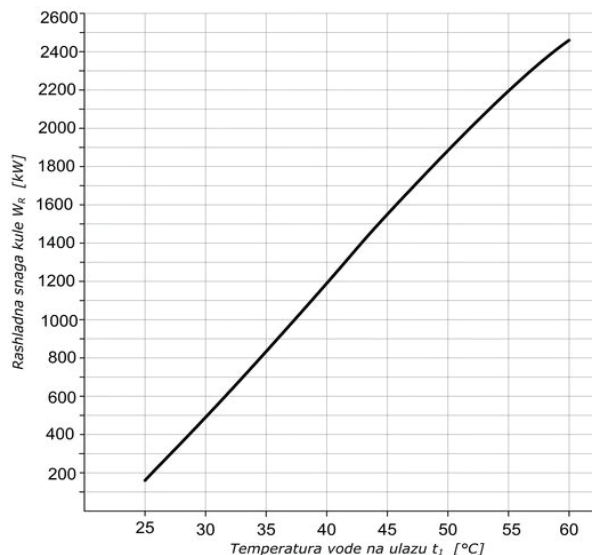
$$t_2 = t_1 - \frac{A\lambda^m h K \Delta i_{cp}}{c_w} \quad (7)$$

Koeficijent K i promena entalpije Δi_{cp} se izračunavaju prema preporukama iz literature [5]. Proračun izlazne temperature za različite ulazne temperature je neophodno vršiti postupkom iteracije. Zbog potrebe za velikim brojem iteracija preporučuje se korišćenje nekog od matematičkih softvera.



Slika 5. Temperatura vode na izlazu iz kule

Na Slici 5. je prikazana temperatura vode na izlazu u zavisnosti od temperature vode na ulazu u rashladnu kulu. Dijagram na Slici 5. je formiran na osnovu proračuna izlazne temperature pomoću softverskog paketa Matlab. Sa dijagrama možemo zapaziti da se izlazna temperatura relativno malo menja sa porastom ulazne temperature. Na Slici 6. je prikazana rashladna snaga kule u zavisnosti od ulazne temperature vode. Na osnovu prikazanog dijagrama možemo primetiti da sa povećanjem ulazne temperature vode rashladna snaga kule značajno raste.



Slika 6. Rashladna snaga kule

4. ZAKLJUČAK

Upotreba evaporacionih rashladnih kula sa prinudnim strujanjem vazduha ima široku primenu zbog svoje prilagodljivosti potrebama hlađenja vode, relativno malih dimenzija i niske proizvodne cene. Pored mogućnosti redukcije dimenzija i snage rashladne kule postoji mogućnost i povećanja rashladne snage. Jedan od načina povećanja rashladne snage je paralelno postavljanje više rashladnih kula. Mogućnosti proširenja rashladnih kapaciteta dodavanjem novih rashladnih kula u sistem je praktično neograničena. Posmatrana rashladna kula će zadovoljiti trenutne potrebe za rashladnom vodom. Visoka vrednost koeficijenta viška vazduha i niska vrednost vodenog opterećenja rashladne kule nam ukazuje da je trenutni protok vode kroz rashladnu kulu veoma mali. Za rashladne kule ovih dimenzija i oblika uobičajeni su veći protoci vode. Protok vode kroz ovu kulu bi se mogao višestruko povećati ako bi se ukazala potreba za većim količinama rashladne vode.

5. LITERATURA

- [1] www.gea-energytechnology.com
- [2] www.ewk.eu
- [3] TIM Laško, "Rashladni tornjevi grupe TIM-EWK i TIM-EWB, Tehnička dokumentacija", Slovenija
- [4] Elko, Elektrokovina "Normirane pumpe, Katalog proizvoda", Maribor, Slovenija
- [5] В. С. Пономаренко, Ю. И. Арефьев: "Гради́рные промышленных и энергетических предприятий", Энергоатомиздат, Москва, 1998.

Kratka biografija:



Ljubiša Vojnović rođen je u Novom Sadu 1978. god. Srednju mašinsku školu završio 1997. god. u Novom Sadu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Mašinstva – Procesna tehnika odbranio je 2012.god.

TEHNOEKONOMSKA ANALIZA SISTEMA GREJANJA I HLAĐENJA ZA STAMBENI OBJEKAT

TECHNOECONOMICAL STUDY OF HEATING AND COOLING SYSTEMS FOR RESIDENTIAL BUILDING

Nebojša Mudrinski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su analizirane tri kombinacije sistema grejanja i hlađenja za jedan individualni stambeni objekat u Novom Sadu. Izvršeno je poređenje investicionih i eksploatacionih troškova za ove sisteme na osnovu trenutno važećih cena, kao i proračun isplativosti investicije.

Abstract – In this paper are analysed three combinations of heating and cooling systems for individual residential building in Novi Sad. Investment and operating costs based on current prices of these systems are compared, and cost effectiveness of investments are calculated.

Ključne reči: pelet, toplotna pumpa, obnovljivi izvori energije, tehnoeekonomska analiza

1. UVOD

Prvobitna ideja za ovakav se javila na jednoj prezentaciji firme REHAU, u Novom Sadu 2010 godine, na kojoj su predstavljene geotermalne sonde, i sistemi sa toplotnom pumpom za kondicioniranje objekata. Ovakav predlog je zanimljiv kako sa ekološkog i ekonomskog stanovišta, tako i sa stanovišta alternativnih izvora energije. Kako je nivo podzemnih voda u Bačkoj visok, logičan izbor je da jedan od sistema bude sa toplotnom pumpom, ali sa korišćenjem bunarske vode. Iako je koncept toplotne pumpe poznat odavno, ona na našim prostorima tek od skora ulazi u širu upotrebu kao izvor toplote/hladnoće sistema za kondicioniranje prostora. Takođe je analiziran i sistem sa kotlom na pelet kao jedna od varijanti prihvatljiva sa ekološkog, i stanovišta obnovljivih izvora energije.

2. PODACI O OBJEKTU

Analiza se vrši za sisteme grejanja i hlađenja za individualni stambeni objekat spratnosti P+1, korisne površine 213 m². Spoljna projektna temperatura za grejanje iznosi $t_{sp}=-18^{\circ}\text{C}$, a za režim hlađenja $t_{sp}=33^{\circ}\text{C}$. Gubici toplote izračunati prema [1] iznose $Q_G=26.247\text{ W}$, a dobici toplote $Q_D=18.632\text{ W}$. Predviđena je instalacija grejanja sa ventilator-konvektorima (fan-coil uređajima) za sve tri varijante, kako bi imale istu polaznu osnovu u smislu investicionih troškova same instalacije.

NAPOMENA:

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

3. SISTEMI GREJANJA I HLAĐENJA

3.1. Predviđeni sistema grejanja i hlađenja

Prvom varijantom je predviđeno grejanje objekta fasadnim gasnim zidnim kotlom Baxi Nuvola 3 280 Fi od 31kW, a hlađenje se vrši putem 7 split sistema Midea (EER=2,7).

U drugoj varijanti grejanje objekta se vrši kotlom Ferroli SFL 4 sa gorionikom na pelet SUN P7 kapaciteta 30kW, a hlađenje takođe split sistemima. U samom objektu ne postoji odgovarajući prostor za smeštaj kotla, pa je za ovaj sistem potrebno izgraditi posebnu kotlarnicu sa dimnjakom što poskupljuje investiciju u određenom iznosu.

Trećom varijantom je predviđeno grejanje i hlađenje toplotnom pumpom voda-voda AlfaClima model AK WW100 (grejni kapacitet 30,1kW, rashladni 28,5kW COP=4,0, EER=3,8) sa bunarskom vodom. Za potrebe ovog sistema je neophodno bušenje dva bunara, izgradnja šahta, nabavka bunarske pumpe, cevi fittinga i sl.

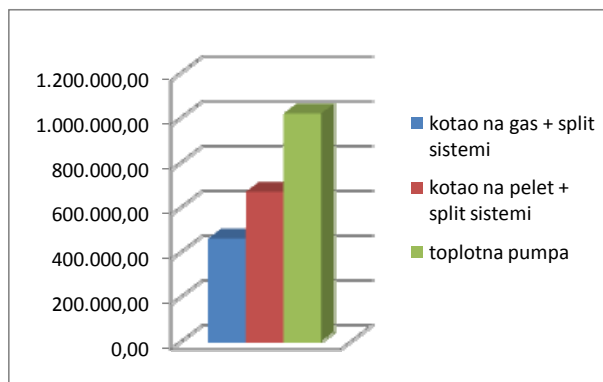
3.2. Investicioni troškovi

Analizom nisu obuhvaćeni troškovi kućne instalacije i grejnih tela, već samo troškovi izvora toplote (kotla, toplotne pumpe), i neki specifični izdaci za svaku od tri varijante. Pregled investicionih troškova sva tri sistema je dat tabelarno (u dinarima).

Tabela 1. Pregled investicionih troškova.

varijanta	grejanje (din)	hlađenje (din)	ukupno
1	284.285,00	176.210,00	460.495,00
2	493.189,00	176.210,00	669.399,00
3	1.018.876,00		1.018.876,00

Radi lakšeg upoređivanja, ovi iznosi se mogu prikazati i grafički, narednim dijagramom.



Slika 1. Pregled investicionih troškova

3.3. Cene energenata

Trenutna cena prirodnog gasa za domaćinstva iznosi 48,28 din/m³ sa PDV-om, cena peleta 17.510,00 din/t (PDV uključen). Cena električne energije za domaćinstva iznosi za zelenu zonu 1,48 za nižu i 5,91 din/kWh za višu tarifu, i za plavu zonu 2,22 za nižu i 8,87 din/kWh za višu tarifu sa uračunatim porezom.

3.4. Eksploatacioni troškovi

Izračunati godišnji troškovi obuhvataju grejni period od šest meseci, a troškovi hlađenja će zbog lakšeg proračuna takođe biti podeljeni na period od šest meseci. Ovakva postavka ne utiče na krajnji rezultat. Godišnju potrošnju gasa (m³/god) i peleta (kg/god) dobijamo koristeći izraz

$$B = \frac{24 \cdot 3,6 \cdot e \cdot y \cdot SD \cdot Q}{(t_u - t_s) \cdot H_u \cdot \eta} \quad (1)$$

gde je

e – koeficijent ograničenja,

y – koeficijent jednovremenosti delovanja posebno nepovoljnih uticaja.

SD – grejni stepen-dani,

Q – potrebna količina toplote,

t_u – unutrašnja projektna temperatura,

t_s – spoljna projektna temperatura,

H_u – donja toplotna moć goriva,

η – stepen korisnog dejstva.

Potrošnju električne energije (kWh/god) za grejanje, sistema sa toplotnom pumpom, dobijamo izrazom

$$B = \frac{24 \cdot e \cdot y \cdot SD \cdot Q}{(t_u - t_s) \cdot COP} \quad (2)$$

gde je

SD – grejni/rashladni stepen-dani,

Q – potreban toplotni/rashladni kapacitet,

COP – koeficijent toplotnog učinka.

Isti izraz je korišćen i pri proračunu potrošnje električne energije za hlađenje, s tim da je u izrazu COP zamenjen sa EER (energy efficiency ratio-faktor hlađenja) toplotne pumpe, odnosno split sistema.

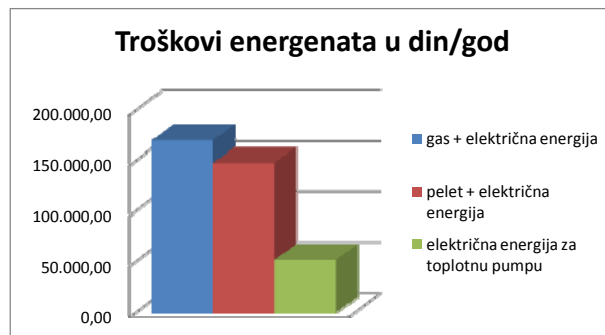
Prema knjizi profesora Todorovića [2], broj grejnih stepen dana za Novi Sad iznosi $SD=2680$ Kdan/god. Broj rashladnih stepen-dana prema [3] (za Beograd, meteorološka stanica Surčin, base temp=22°C, prosek za 2009, 2010 i 2011. godinu) iznosi $SD=301$ Kdan/god. Uvrštavanjem vrednosti u izraze dobijamo potrošnju gasa od 3.159 m³/god, peleta 7.448 kg/god, električne energije za pogon toplotne pumpe u sistemu grejanja 7.122 kWh/god, hlađenja 2.202 kWh/god, i električne energije 7 split sistema za hlađenje 2.950 kWh/god.

Množenjem godišnje potrošnje energenta sa njegovom jediničnom cenom dobijamo godišnji trošak grejanja/hlađenja. Proračun troška električne energije je nešto komplikovaniji jer je u obzir uzeta zelena i plava zona kao i dve tarife, viša i niža. Uvrštavanjem svih potrebnih vrednosti dobijamo godišnje troškove grejanja/hlađenja za sve tri varijante. Iznosi ovih troškova kao i njihov zbir su, zbog preglednosti, dati tabelarno.

Tabela 2. Pregled eksploatacionih troškova

varijanta	grejanje (din/god)	hlađenje (din/god)	ukupno godišnje
1	152.500,00	17.603,00	170.103,00
2	130.413,00	17.603,00	148.016,00
3	39.877,00	12.058,00	51.935,00

Radi lakšeg poređenja, rezultati su prikazani i grafički u dijagramu na slici 2.

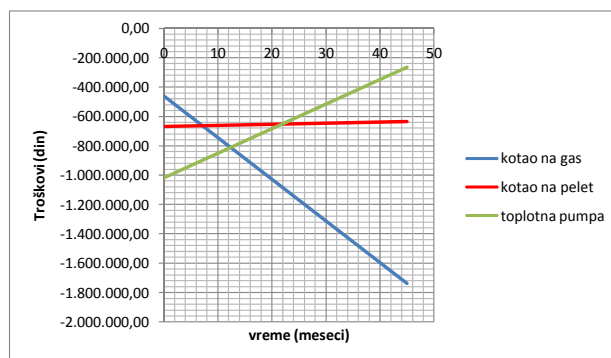


Slika 2. Pregled eksploatacionih troškova

4. POREĐENJE SISTEMA

4.1. Isplativost investicije

Isplativost investicije dobijamo deljenjem razlike u investiciji razlikom u godišnjim eksploatacionim troškovima dva sistema. Prema sadašnjim paritetima cena, isplativost investicije u sistem sa toplotnom pumpom inosi 5,5 godina, dok sistem sa kotlom na pelet, trenutno ne bi bio ekonomski isplativ u odnosu na sistem sa gasnim kotlom. Situacija pri sadašnjim cenama energenata je prikazana na slici 3.

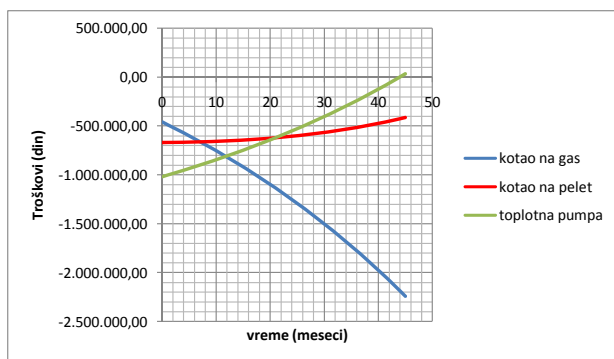


Slika 3. Isplativost investicije pri sadašnjim cenama

Za kotao na gas su prikazani troškovi, a za druga dva sistema razlika u troškovima kako bi se lakše uočila tačka isplativosti investicije.

4.2. Scenario I

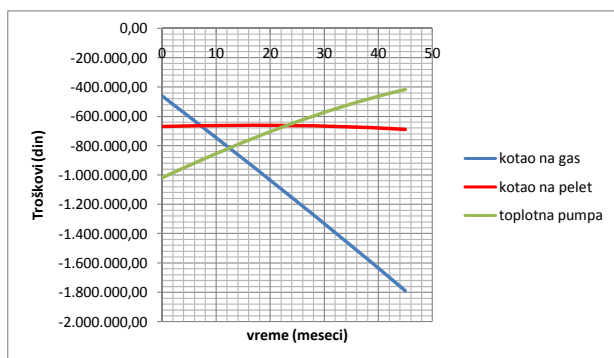
Ukoliko bi cena gasa i električne energije rasla na godišnjem nivou od 10%, a peleta po stopi od 5% dobili bi situaciju prikazanu na slici 4. Varijanta 2 bi se isplatila u roku od 7 god, a varijanta jedan za nešto manje od 5 godina.



Slika 3. Isplativost investicije za scenario I

4.3. Scenario II

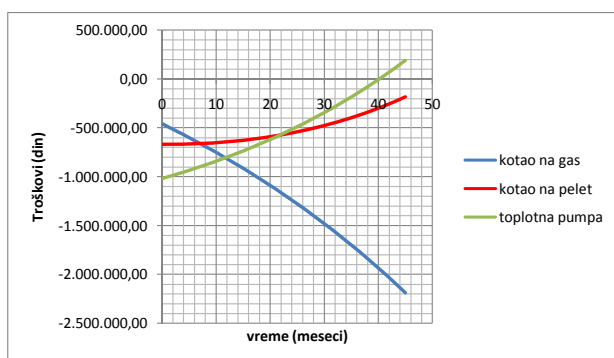
Ukoliko bi samo cena električne energije rasla po stopi od 10% godišnje, ulaganje u sistem sa kotlom na pelet se ne bi isplatilo ni posle 10 godina, a u sistem sa toplotnom pumpom bi se vratilo ulaganje nakon 7 godina. Ovakva situacija je prikazana na slici 4.



Slika 4. Isplativost investicije za scenario II

4.4 Scenario III

Ukoliko bi cena gasa rasla na godišnjem nivou od 10%, cene druga dva energenta ostale fiksne, varijanta dva bi se isplatila za nešto biše od 5 godina, a varijanta 3 za 4,2 godine. Ovakva situacija je prikazana na slici 5.



Slika 5. Isplativost investicije za scenario III

5. ZAKLJUČAK

Kao što smo videli, isplativost ulaganja u neki sistem grejanja i hlađenja najviše zavisi od investicionih troškova, i troškova samih energenata. U nekim slučajevima se pokazalo da se investicija ne bi vratila ni nakon 10 godina.

Varijanta 1 (kotao na gas + split sistemi) je investiciono najisplativija, ali sa druge strane troškovi pri eksploataciji su veoma veliki.

Varijanta 2 (kotao na pelet + split sistemi) se u nekim scenarijima nikada ne bi isplatila. Ova varijanta bi bila u boljem startnom položaju (investicioni troškovi) ukoliko bi u datom objektu postojala već izgrađena kotlarnica sa dimnjakom. Takođe bi se mogle napraviti dodatne uštede kod hlađenja split sistemom, nabavkom tzv. "invertorskih" split sistema (sistemi sa regulacijom broja obrtaja kompresora), čija je potrošnja i do 50% manja. Naravno, ovo sa sobom nosi dodatne investicione troškove, naročito ako se postavlja sedam split sistema, kao na ovom objektu.

Varijanta 3 - sistem sa toplotnom pumpom (za grejanje i hlađenje) bi se isplatio u svakom od navedenih scenarija, samo je pitanje na koji vremenski period. Osim ovih ekonomskih prednosti, tu su i ekološke.

Kako je tržište energenata u našoj zemlji monopolizovano, i u nekim slučajevima cene su direktno upravljane od strane politike, nije moguće predvideti tačan scenario razvoja situacije na ovom planu. Ono što je sigurno, da će cene energenata rasti, da se zalihe fosilnih goriva smanjuju iz dana u dan, i da mnogi investitori već razmišljaju o alternativnim i obnovljivim izvorima energije. U tom smislu, sistem sa toplotnom pumpom je sa ekološkog stanovišta najbolji - ako izuzmemo činjenicu da se za proizvodnju jednog dela električne energije koriste fosilna goriva u termoelektranama. Ali poslednjih godina je prisutnije narastajuće ulaganje sredstava u vetrogeneratore, hidroelektrane, fotonaponske panele, kao alternativne izvore električne energije, čime će se, jednog dana u potpunosti zameniti fosilna goriva u procesu dobijanja električne energije.

S druge strane, ukoliko bi država podstakla raznim merama (poreskim olakšicama, subvencijama i sl.) nabavku opreme koja koristi obnovljive izvore energije za grejanje i hlađenje, kao i korišćenje energenata iz obnovljivih izvora, situacija bi se značajno promenila na bolje. Ukoliko bi se, npr. pelet za grejanje oporezovao kao i drvo (posebna stopa od 8%), troškovi grejanja ovim energentom bi se smanjili za 10%.

Za sada, jedina sigurna investicija je investicija u bolju i kvalitetniju izolaciju objekata, izgradnju objekata koji će po svojoj konstrukciji biti energetski efikasniji. Na taj način se smanjuju gubici/dobici toplote objekta, a samim tim svi kasniji troškovi instalacije i eksploatacije sistema za grejanje/hlađenje objekta.

Iako možda u nekim slučajevima ekonomski neisplative, svakako bi pri izgradnji objekata trebalo razmišljati i delovati u pravcu korišćenja obnovljivih energenata, i smanjenja emisije štetnih gasova.

6. LITERATURA

- [1] Recknagel/Sprenger, „Priručnik za grejanje i klimatizaciju“, Građevinska knjiga, Beograd, 1982.
- [2] B. Todorović, „Projektovanje postrojenja za centralno grejanje“, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, 2009
- [3] www.degredays.net

Kratka biografija:



Nebojša Mudrinski rođen je u Novom Sadu 1981. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva odbranio je 2012.god.

GENERATOR VRELOG VAZDUHA ZA PEKARU NA DRVNI OTPAD 100 kW**HOT AIR GENERATOR FOR BAKERY TO WOOD WASTE 100 kW**Zoltan Lastović, Ivan Pešenjanski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je razvoj konstrukcije generatora agensa za pekaru na drvenu biomasu. Agens za pečenje (vreo vazduh) koristi se u pekarama za pečenje pekarskih proizvoda. Rad sadrži ocenu energetske karakteristike goriva, izbor radnih parametara, koncepciju i konstrukciju postrojenja kao i potrebne termičke i hidrauličke proračune. Predloženo postrojenje zadovoljava zadate uslove za pečenje pekarskih proizvoda (100 kW i 300 °C).

Abstract – This paper describes the development of the construction for woody biomass fueled bakery compound generator. Baking compound (hot air) is used in bakeries for baking bakery products. The work includes evaluating the energy performance of fuel, the choice of operating parameters, conception and construction equipment and the necessary thermal and hydraulic calculation. The proposed facility meets the conditions set for the baking of bakery products (100 kW i 300 °C).

Glavne reči: Drvena biomasa, generator vrelog vazduha, izmenjivač toplote dimni gasovi-vazduh.

1. UVOD

Cilj ovog rada je izrada arhitekture i termičke provere postrojenja na drvenu biomasu radi produkcije vrelog vazduha koje bi se koristilo u pekarama za pečenje pekarskih proizvoda. Ugledno postrojenje je dato u [1]. Kao gorivo primenjen je ravnomerno granulirani drveni otpad, čips, ili industrijski proizveden pelet.

Zadate tehničke karakteristike postrojenja i goriva su:

- Nominalna snaga postrojenja: 100 kW
- Temperatura agensa za pečenje: 250°C
- Donja toplotna moć goriva: 14500 kJ/kg
- Sadržaj vlage u gorivu ~15%

2. TEHNIČKA ANALIZA BIOGORIVA OD DRVNIH OTPADAKA

Elementarna analiza biogoriva je bitna zbog određivanja kvantitativnih materijalnih odnosa, dok je tehnička analiza neophodna za dimenzionisanje ložišnih uređaja.

Pod tehničkom analizom prevashodno se podrazumeva određivanje količine isparljivih i neisparljivih delova, gornje i donje toplotne moći, sadržaj vlage i pepela. Osnovna prednost drveta kao goriva je u tome što se radi o obnovljivom izvoru.

Od ostalih prednosti drvnog materijala kao goriva navodi se nizak sadržaj pepela (<5%) i zanemariva količina sumpora, kao i drugih, kod fosilnih goriva uobičajenih, zagađujućih i korodivnih materija.

Druga svojstva drveta nemaju značajnije komparativne prednosti u odnosu na ostala goriva. Raspoloživa energija po jedinici zapremine (energetska gustina) je prilično mala. Gorljiva masa se sastoji od približno 50% ugljenika, 44% kiseonika i 6% vodonika [2]. Isparljive frakcije (volatili) drveta čine i do 85% ukupne mase i ovo je značajna osobina ovog energenta. Volatili sagorevaju veoma brzo i u slučaju nepotpunog sagorevanja osnovni su izvor aerozagađenja. Donja toplotna moć prosušenog drveta je 16 - 20 MJ/kg [2, 7] i zavisi od vrste drveta. Više vrednosti se odnose na vrste drveta koje u sebi sadrže i određenu količinu smole.

2.1. Sagorevanje drvnih otpadaka

Mnogo je faktora koji će usloviti krajnji sastav produkata procesa sagorevanja: raspoloživa količina kiseonika, fizičko-hemijske osobine goriva, vrsta i tip ložišta itd. U slučaju potpunog sagorevanja, proces sagorevanja je potpuno završen i u krajnjem sastavu dimnih gasova nema sagorivih elemenata.

Osnovni cilj sagorevanja, je da se ono obavi zadovoljavajuće kvalitetno s obzirom na ekološke norme i sa što višim temperaturama produkata sagorevanja. Prvi preduslov za ovo je "potpuno sagorevanje goriva". Pri tome kroz dimnjak treba da izađu samo neškodljivi produkti sagorevanja (vodena para i ugljendioksid). Nesagorljive materije koje sačinjavaju drvenu supstancu, a dobijene su iz zemljišta na kome je drvo raslo, ostaju kao pepeo na rešetki. Više temperature dimnih gasova su pogodnije za razmenu toplote u konstruktivno kompaktnijim (volumetrijski manjim) razmenjivačima, odnosno, za datu konstrukciju omogućavaju efikasniju toplotnu razmenu (manje gubitaka u okolinu).

Sagorevanje drveta, kao i ostalog prirodnog lignoceluloznog materijala, može se raščlaniti u tri odvojene faze prema [7, 8]:

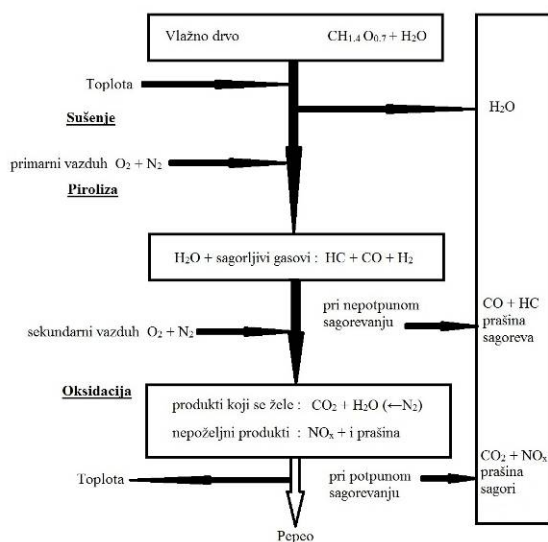
- Prva faza **sušenje**: Zagrevanje drvnog otpadka i sušenje pri temperaturi do oko 120°C [7]. U ovoj fazi troši se značajna količina toplote na isparavanje vode iz goriva. Veća količina vlage u drvnom otpatku znači manja toplotna moć i niže temperature dimnih gasova.
- Druga faza **piroliza**: Delovanjem toplote, iznad 150°C razlažu se sastojci drveta (endotermne reakcije [8]). Oslobađaju se na prvom mestu lako zapaljivi gasovi, CO i H₂, koji, ukoliko je količina kiseonika u vazduhu dovoljna, odmah

NAPOMENA:

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

sagorevanju (egzotermna reakcija) podižući temperaturu radne sredine (od 400°C – 500°C).

- Treća faza **sagorevanje čvrstog ostatka**: Teško zapaljivi katranski gasovi se na temperaturama iznad 450°C, razlažu u lakše zapaljive gasove, koji uz dovoljno snabdevanje vazduhom (sekundarni vazduh) sagorevaju u zoni za dogorevanje. Na temperaturi preko 800°C sagoreva i poslednji produkt, drveni ugalj. Temperatura u ložištu od 900°C je dovoljna za potpuno sagorevanje drveta.



Slika1. Proces sagorevanja drvnog materijala [7]

U ložištu ove faze nisu vremenski i prostorno razdvojene i teku paralelno ili se preklapaju. Drvni otpadak u različitim delovima ložišta se nalazi u različitim fazama sagorevanja. Takođe dok je unutrašnjost delića drveta u fazi sušenja na njegovoj površini već dolazi do pojave izdvajanja volatila. Na slici 1. izložene su opisane reakcije.

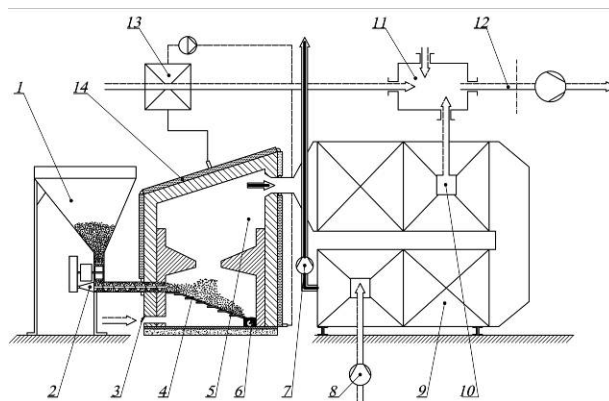
3. USVOJENA KONCEPCIJA I TEHNIČKI OPIS POSTROJENJA

Polazeći od pretpostavke da je potencijalni korisnik ovog postrojenja pekara, odnosno da će se postrojenje primeniti za potrebe produkcije vrellog vazduha u pećima za pečenje pekarskih proizvoda, prema [1] razrađena je koncepcija sa neposrednim mešanjem vrellog vazduha i hladnog vazduha.

Postrojenje se u celini sastoji od sledećih osnovnih sklopova (slika2.):

- silos (bunker/rezervoar) za gorivo (1)
- pužni dozer goriva (2)
- vrata za regulisanje promaje (3)
- kosa rešetka za sagorevanje goriva (4)
- sekundarno ložište za dogorevanje nepotpuno sagorelih produkata (5)
- pužni transporer za pepeo (6)
- odsisni ventilator dimnih gasova (ekshaustor) (7)
- ventilator hladnog vazduha (8)
- četvorostepeni visokotemperaturski izmenjivač dimni gasovi-vazduh (9)

- izlaz vrellog vazduha (10)
- mešna komora (11)
- cevovod agensa za pečenje (12)
- izmenjivač toplote voda-vazduh (13)
- ploče ispunjene vodom za hlađenje ozida ložišta (14)



Slika2. Izgled postrojenja na drvenu biomasu

Gorivo (drvni čips ili pelet) skladišti se u neposrednoj blizini postrojenja na uređenom zatvorenom prostoru radi zaštite goriva od uticaja vlage. Potrebna količina goriva je oko 30 kg/h, što za rad u trajanju od 10 h/dan, iznosi oko 300 kg. Kapacitet silosa (poz.1) je 1,2 m³, ako uzmemo u obzir da je gustina drvene biomase približno 300 kg/m³ sa sadržajem vlage od 15%, onda možemo zaključiti da je bunker dovoljno napuniti jednom u toku radnog dana. Dodavanje goriva u bunker je ručno. Transport goriva od bunkera do kose rešetke za sagorevanje goriva (poz.4) vrši se pužnim prenosom, kojeg pogoni elektromotor preko reduktora i lančanog prenosa.

Vazduh za sagorevanje na kosoj rešetki dovodi se preko vrata za regulisanje promaje koji se nalazi na dnu ložišta (poz.3). Količina vazduha za sagorevanje, odnosno stepen otvorenosti vrata reguliše se pomoću malog servomotora. Ukupan koeficijent viška vazduha u gasovima na izlazu iz rešetke treba da iznosi 1,5 - 1,6. Pepeo se izdvaja na dnu ložišta u pepeljaru, jer se tokom procesa sagorevanje zbog dejstva gravitacije i smanjenja zapremine sagorelog dela sloja pomera naniže. Pepeo koji zaostane na rešetki, se pomera u pepeljaru pomoću čistača rešetki. Za prosečan sadržaj pepela u gorivu od 2,5% ukupne mase radnog goriva, ukupna količina pepela pri maksimalnom opterećenju postrojenja iznosi ~ 0,6 kg/h. Odstranjivanje pepela iz pepeljare vrši se mehanizovano putem pužnog transportera.

Ozid ložišta sastavljen je od sloja šamota, vatrostalne opeke, staklene vune i kao poslednji sloj ploče ispunjene vodom. Cilj ovih ploča je da se iskoristi deo toplote koju zračenjem odaje ozid ložišta. Površina ovih ploča ispunjenih vodom je 10 m² a debljina ploče je 40mm. Ulaz hladne vode je na dnu ložišta dok je izlaz zagrejjane vode na krovu ložišta. Ozid ložišta je tako konstruisan da temperatura na preposlednjem sloju iza staklene vune iznosi 140 °C. Cirkulaciju zagrejjane vode do izmenjivača toplote voda-vazduh (poz.13) obezbeđuje centrifugalna pumpa. Pošto se u izmenjivaču toplote voda-vazduh preda

toplota vazduhu, zagrejan vazduh ulazi u mešnu komoru (poz.11).

Toplotni izmenjivač dimni gasovi-vazduh (poz.9) je četvorostepeni, sa unakrsnom, kombinovanom šemom strujanja fluida. Cevastog je tipa, pri čemu vazduh struji preko cevi a dimni gasovi kroz cevi.

Kroz postrojenje protiču tri osnovna gasovita fluida:

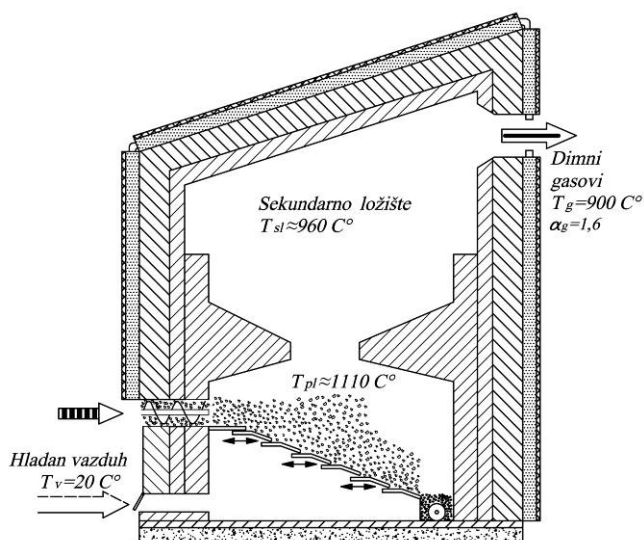
- dimni gasovi 900 - 183 °C,
- vreo vazduh 20 - 291 °C,
- vazduh zagrejan od strane ozida ložišta 48°C
- hladan vazduh ~20 °C,

zadnja tri se mešaju u mešnoj komori, dok dimni gasovi izlaze kroz dimnjak. Temperatura smeše je ~ 250 °C koja se odvodi do peći za pečenje peciva.

Protok dimnih gasova kroz dimne kanale i izmenjivače postiže se odsisnim ventilatorom (poz.7) koji je smešten na izlazu dimnih gasova iz toplotnog izmenjivača a pre ulaza u dimnjak. Transport vrelotog vazduha kroz izmenjivače ostvaruje se ventilatorom koji je smešten u potisnom "hladnom" vodu (poz.8). Prisis vazduha u mešnu komoru realizuje se putem glavnog ventilatora koji je postavljen uz peć tako da u mešnoj komori postrojenja i celokupnom gasnom kanalu do peći vlada potpritisak.

4. KOSA REŠETKA I SEKUNDARNO LOŽIŠTE

Kosa rešetka predstavlja uređaj za sagorevanje čvrstog goriva u nasipanom sloju. Ova rešetka predstavlja jednu od najstarijih, ali još uvek primenjivanu konstrukciju uređaja za sagorevanje. Kod sagorevanja goriva na kosoj rešetki (slika 3.), gorivo se dovodi u ložište pužnim dodavačem, na užareni sloj, dok se vazduh potreban za sagorevanje dovodi odozdo između rešetnica. Nabacivanjem svežeg goriva na užareni sloj obezbeđuje se dovoljno brz razvoj svih procesa koji prethode sagorevanju (zagrevanje i sušenje goriva, isparavanja volatila i paljenje goriva).



Slika3. Presek ložišta

Gorivo na kosoj rešetki se tokom procesa sagorevanje zbog dejstva gravitacije i smanjenja zapremine sagorelog dela sloja pomera naniže. Na vrhu sloja nalazi se sveže nabačeno gorivo koje se suši i zagreva. U zoni koja se nalazi ispod svežeg goriva dolazi do izdvajanja volatila i

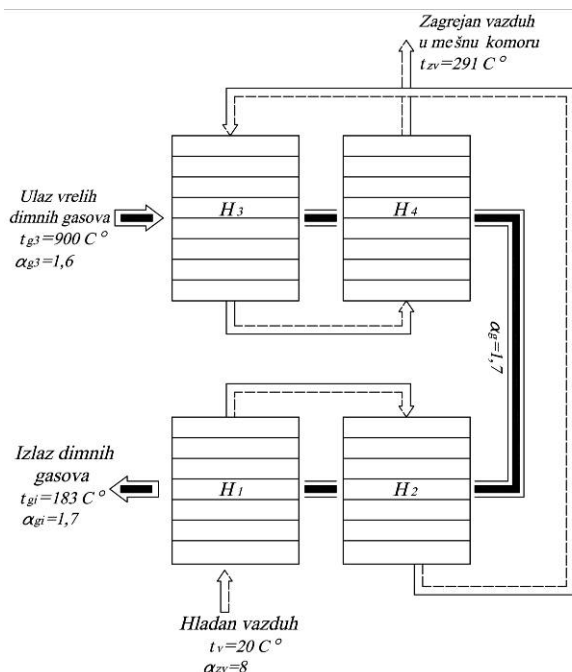
paljenja sloja. Transport pepela odvija se pužnim prenosom koji pogoni elektromotor preko lančanog prenosa i reduktora. Ovaj prenos je takođe povezan sa mehanizmom poluga koji služi za pokretanje čistača rešetke. Kosa rešetka sastoji se od šest stepenica (rešetnica) jedna iznad druge, između kojih struji vazduh. Gledano od ulaza goriva naniže, prva, treća i peta stepenica imaju ulogu čistača rešetke od zaostalog pepela. Ove tri stepenice nisu fiksne i one se pomoću mehanizma poluga pomeraju napred-nazad i tako guraju pepeo koji pada na dno ložišta, gde se pužnim prenosnikom transportuju u skladište za pepeo koje se nalazi izvan ložišta. Pošto se vazduh dovodi ispod rešetke između rešetnica, on ih ujedno i hladi. Prilikom sagorevanja drvnih otpadaka nastaje i znatna količina produkata nepotpuno sagorelih gasova kao što su CO, H₂ i sl. Istovremeno se očekuje odnošenje manje količine gorućih čestica čvrstog ostatka sa rešetke. Za dogorevanje ovih produkata konstruisano je sekundarno ložište. Sekundarno ložište je nehladeno, postavljeno masivnim vatrostalnim materijalom (šamot). Koeficijent viška vazduha na izlazu iz komore je maksimalno 1,6, tako da temperatura dimnih gasova na izlazu iznosi 900°C. Proračunska temperatura ozida uz kosu rešetku je 1600 °C, a u predelu sekundarnog ložišta sa izlaznim otvorom je 1400 °C. Skretni kanal je takođe izveden od vatrostalnog materijala. Proračunska temperatura ozida u skretnom kanalu je 1000 °C.

5. IZMENJIVAČ TOPLOTE DIMNI GASOVI-VAZDUH

Usled velikog otpora strujanju gasova kroz sloj goriva, bilo koji sistem sa neposrednim mešanjem hladnog vazduha i dimnih gasova iziskivao bi visoke utroške energije za transport vrelotih gasova. Jedino ekonomično rešenje pri tome omogućava sistem sa toplotnim izmenjivačem toplote. Ovom koncepcijom stvoreni su uslovi za pogon odsisnog ventilatora sa minimalnom količinom gasova pri relativno umerenoj temperaturi od 183°C što je rezultiralo prihvatljivom snagom elektomotora. Toplotni izmenjivač je četvorostepeni (slika 4.), sa unakrsnom, kombinovanom šemom strujanja fluida. Cevastog je tipa, pri čemu vazduh struji preko cevi a dimni gasovi kroz cevi. Ovakvim konstruktivnim rešenjem postiže se niža temperatura metalnog zida. Izbor šeme strujanja je kompromisno rešenje između minimalne temperature cevi i maksimalne efikasnosti. Isto se može reći i za izbor temperature vrelotog vazduha (291 °C), odnosno izbor protoka vazduha ($t_v=20^{\circ}\text{C}$, $\alpha_{zv}=8$). Obe veličine su takođe izabrane tako da se ostvaruje minimalna temperatura metalnog zida cevi a da se pri tome treba ugraditi što manja zagreivna površina uz tehnički prihvatljive gabaritne dimenzije (sa gledišta statičke nosivosti konstrukcije, načina vođenja vazdušnih kanala i sl.).

Toplotni izmenjivač dimni gasovi-vazduh je izveden od tankozidnih cevi Ø25x1,5 mm postavljenih u šahovskom rasporedu poprečnog koraka $S_1=40$ mm i uzdužnog koraka $S_2=35$ mm. Materijal cevi je Č 4579 (prokron 20). Isti kvalitet materijala zahteva se i za pregradne zidove u koje se zavaruju cevi. Primena ovog čelika je obavezna posebno u prvom kanalu (posmatrano po vodu dimnih

gasova) zbog visokih lokalnih temperatura po bokovima cevi neposredno na ulazu dimnih gasova.



Slika 4. Šema strujanja dimnih gasova kroz izmenjivač

Iz tog razloga je takođe predviđena šamotna zaštita donjeg dela ulaznog izmenjivača utoliko što se ovaj deo nedovoljno hladi vazdušnom strujom. Ulazni otvori se zaobljuju radi omogućavanja stvaranja graničnog sloja pre ulaska dimnih gasova u cevi i rasterećenja metala ulaznih delova od visokih lokalnih temperaturnih naprezanja. Usled velikih protočnih preseka i znatnog broja prestrujnih kanala potrebni su dodatni zahvati radi izjednačavanja brzinskog polja. Za ovu svrhu se sa ulazne i izlazne strane vazdušnih protočnih preseka postavljaju mrežice sa odnosom svetlog preseka za strujanje prema ukupnom preseku 0,6 : 1.

6. ZAKLJUČAK

U konkretizovanom postrojenju izabrani su sledeći ključni parametri:

- Stanje gasova na izlazu iz ložišta:
 - temperatura 900 °C
 - koef. viška vazduha 1,6
 - potpritisak u ložištu -500 Pa (u odnosu na barometarski)
- Stanje gasova na izlazu iz izmenjivača dimni gasovi-vazduh:
 - temperatura 183 °C
 - koef. viška vaz. usled prisivanja od 0,1 1,7
- Stanje zagrejanog (vrelog) vazduha:
 - temperatura 291 °C
 - koef. viška vazduha na izlazu 7,85
- Stanje agensa za pečenje koji se transportuje do pekare:
 - temperatura 250 °C
 - protok 1 m³/s (3600 m³/h)

Uz izbor radnih parametara paralelno je obavljena i konstrukcija značajnih elemenata postrojenja sa proverom odabranog rešenja.

Na kraju, treba istaći da je korišćenje drvenih otpadaka, kao i biogoriva uopšte, za sagorevanje veoma perspektivan prilaz, koji u razvijenijim zemljama nalazi sve veću primenu zbog svojih osobina i uštede u odnosu na dobijanje energije iz ostalih konvencionalnih izvora. Međutim biogorivo u ovom slučaju drveni otpad ima i negativne strane, zbog njihove relativno male toplotne moći u odnosu na fosilna goriva, zahtevaju velike površine za skladištenje koje moraju biti zaštićene od vlage. Dok im zbog njihove velike zapremine transport nije ekonomičan na velike razdaljine.

7. LITERATURA

- [1] Perunović, P., Pešenjanski, i sar: "Istraživanje procesa sagorevanja poljoprivrednih otpadaka u vertikalnom sloju II Faza", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1985.
- [2] Brkić, Lj., Živonović, T., Tucaković, D., "Termički proračun parnih kotlova", Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd 1997.
- [3] Jaćimović, B., Genić, S., Nađ, M., "Problemi iz toplotnih operacija i aparata", SMEITS i Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd 1996.
- [4] Kozić, Đ., Vasiljević, B., Bekavac, V., "Priručnik za termodinamiku", Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd 1979.
- [5] "Аеродинамический расчет котельных установок" (нормативный метод), Энергия, Ленинград, 1964.
- [6] Gyula, P., "Kerámiaipari kemencék", Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.
- [7] Danon, G., "Energetika u drvnoj industriji", Šumarski fakultet u Beogradu, Beograd, 1999.
- [8] Pešenjanski I.: "Kinetika sagorevanja pšenične slame", Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad 2000.

Kratka biografija:



Zoltan Lastović rođen je u Subotici 1984. god. Završio je Višu tehničku školu u Subotici 2008. god. Iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka, smer energetika i procesna tehnika. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Kotlovska postrojenja odbranio je 2012.god.

Ivan Pešenjanski rođen je u Novom Sadu 1944. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2001. god., a od 2003 je u zvanju vanredni profesor. Oblas inetreresovanja su termoeenergetika, sagorevanje i kotlovska postrojenja

ANALIZA KONTROLE UNUTRAŠNJEG OZUBLJENJA SPOLJNJEG ZUPČANIKA PLANETARNOG REDUKTORA PREDNJE VUČE TRAKTORA IMT575**ANALYSIS OF INTERNAL GEARING CONTROL OF THE EXTERNAL PLANETARY GEAR OF A TRACTORS IMT575 FRONT TOWING**

Savo Božić, Miodrag Hadžistević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je analiza kontrole unutrašnjeg ozubljenja spoljašnjeg zupčanika planetarnog reduktora prednje vuče traktora IMT575 nakon termičke obrade. Primijenjena su tri različita metoda termičke obrade. Cilj ovog rada jeste da se prikaže koliko koja metoda termičke obrade utiče na deformaciju unutrašnjeg ozubljenja spoljašnjeg zupčanika planetarnog reduktora.

Ključne reči: Planetarni prenosnici, zupčanici, merenje i kontrola zupčanika, termička obrada zupčanika.

Abstract – This paper presents an analysis of the internal gearing control of the external planetary gear of a front towing of the tractor IMT575 after heat treatment. Applied were three different methods of heat treatment. The aim of this paper is to show how much which heat treatment method affects the deformation of the internal gear of the planetary gearset.

Key words: Planetary gears, gears, measuring and control of gears, heat treatment of gears.

1. UVOD

Najčešća primena planetarnih prenosnika na motornim vozilima je za dopunske menjačke prenosnike sa dva stepena prenosa (jedan direktni i jedan redukovani odnosno multiplikovani), kada se nazivaju vučni prenosnici, odnosno brzinski prenosnici. Osim toga, planetarni prenosnik koristi se kao običan reduktor smešten u točkovima težih teretnih i radnih vozila, tzv. bočni reduktori.

Planetarni prenosnik se sastoji od sledećih osnovnih obrtnih elemenata:

- Satelita,
- Nosača satelita i
- Centralnih zupčanika (sunčani i venačni).

Postoje dve osnovne vrste planetarnih prenosnika. Sa spoljnim prstenastim zupčanicom koji ima unutrašnje ozubljenje (hipociklični) i bez ovog zupčanika (epiciklični).

Prednosti planetarnih prenosnika u odnosu na menjače sa nepokretnim osama:

NAPOMENA:

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

- nešto veći koeficijent korisnog dejstva,
- pri istim prečnicima zupčanika ostvaruje se veći prenosni odnos,
- vratila i ležajevi sunčanih zupčanika kao i nosača satelita nisu opterećeni radijalnim silama,
- opterećenje se raspoređuje na više zubaca zupčanika (jer uvek postoji najmanje tri satelita),
- promena prenosnog odnosa pomoću spojnice i kočnica bez prekida toka snage i
- manja bučnost i duži vijek trajanja.

Nedostaci planetarnih prenosnika u odnosu na menjače sa nepokretnim osama jeste što im je složenija konstrukcija i što je preciznija i komplikovanija tehnologija izrade unutrašnjeg ozubljenja što iziskuje veće troškove.

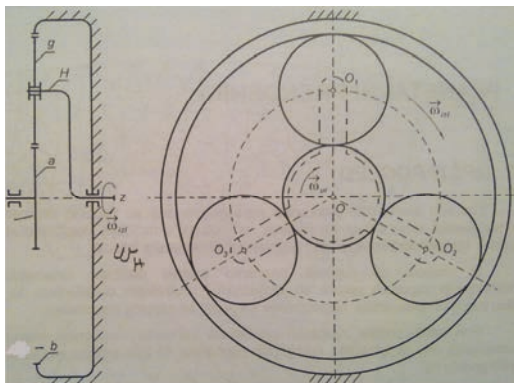
Na slici 1 prikazan je planetarni prenosnik bagera većih dimenzija sa kosim ozubljenjem što dodatno otežava izradu unutrašnjeg ozubljenja spoljnog zupčanika.



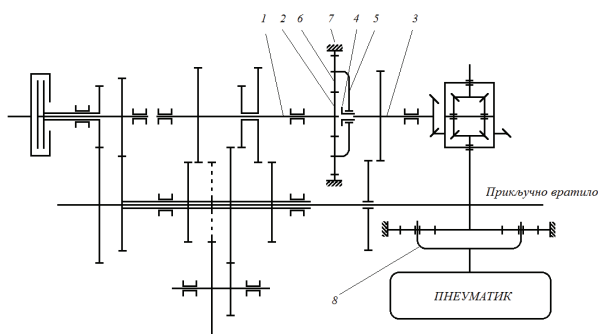
Slika 1: Planetarni prenosnik [5]

Zupčanik koji se istovremeno obrće oko sopstvene ose i ose centralnih zupčanika je *satelit-planetni* zupčanik označen sa *g*. Element na kome se nalaze sateliti i pri tome obezbeđuje osno rastojanje je *nosač satelita H*. Zupčanici koji su istovremeno spregnuti sa satelitima i čije se geometrijske ose poklapaju sa osnovnom osom prenosnika su *centralni zupčanici*, *a* i *b*. Svi ovi elementi i njihov međusobni položaj prikazani su na slici 2 [1].

Primer prenosnika snage sa primenom planetarnih prenosnika kao dopuskog dvostepenog menjača i kao bočnog reduktora u točkovima vozila na traktoru IMT 575, prikazan je na kinematskoj šemi, slika 3:



Slika 2: Šema osnovnog planetarnog prenosnika [1]



Slika 3. Kinematska šema prenosnika snage[6]

Spajanjem ulaznog vratila (1) sunčanog zupčanika (2) sa izlaznim vratilom (3), pomoću kandžaste spojnice (4) snaga se prenosi bez promene parametara (prenosni odnos reduktora je $i_R=1$). Razdvajanjem ove veze i spajanjem nosača (5) i satelita (6) za izlazno vratilo (3), ostvaruje se promena prenosnog odnosa, određena prenosnim odnosom broja zubaca sunčanog zupčanika sa unutrašnjim ozubljenjem i centralnog sunčanog sa spoljnim ozubljenjem.

Planetarni prenosnici imaju primenu i kao glavni prenosnici kod menjača traktora, kod kojih se promena svih stepena prenosa vrši bez prekida toka snage (traktor se ne zaustavlja, pa su gubici u vremenu smanjeni, čime se povećava učinak).

2. USLOVI SPREZANJA

Da bi se obezbedila montaža zupčastih elemenata kao i njihovo pravilno sprezanje u toku rada prenosnika neophodno je ispuniti sledeće konstrukcione zahteve i to u pogledu [1]:

- Koaksijalnost ulaznog i izlaznog vratila prenosnika,
- Zazor između satelita, tj. uslov susednosti,
- Istovremenog sprezanja satelita sa centralnim zupčanicima, tj. uslov sprezanja.

2.1. Uslov koaksijalnosti

Planetarni prenosnici konstrukciono se izvode tako da se geometrijske ose ulaznog i izlaznog vratila poklapaju, tj. da su vratila koaksijalna.

Prema tome, za jednostepeni planetarni prenosnik, uslov koaksijalnosti može se iskazati funkcionalnim ograničenjem u obliku jednakosti:

$$a_{a-g} = a_{b-g}$$

2.2. Uslov susednosti satelita

Radi raspodele ukupnog opterećenja, na veći broj pari istovremeno spregnutih zupčanika, planetarni prenosnici konstrukciono se izvode sa većim brojem satelita. Međutim, broj satelita koji se može postaviti u jednoj ravni planetarnog prenosnika ograničen je zazorom koji je neophodno obezbediti između temenih krugova spregnutih zupčanika. Ovo geometrijsko ograničenje za posmatrani planetarni prenosnik predstavlja uslov susednosti satelita.

Prema konstrukcionim preporukama minimalni zazor, koji je neophodno obezbediti između temenih krugova susednih satelita, može se odrediti prema sledećem izrazu:

$$f = 0,5 \cdot m_n$$

pri čemu je m_n - standardni modul.

2.3. Uslov sprezanja satelita i centralnih zupčanika

Za posmatrani planetarni prenosnik, kojim se obezbeđuje istovremeno sprezanje satelita sa centralnim zupčanicima, tj.:

$$C = \frac{z_a + z_b}{n_w}$$

Prema tome, za obezbeđenje istovremenog sprezanja većeg broja satelita dovoljno je izabrati takve vrednosti brojeva zubaca centralnih zupčanika za koje je njihova suma deljiva sa brojem satelita n_w i gdje je C celi broj.

3. IZRADA ZUPČANIKI

Izrada zuba zupčanika se može podeliti na konvencionalne i nekonvencionalne postupke [3]. U ovom radu posmatrali su se samo konvencionalni postupci. U konvencionalne postupke ubrajaju se:

- fazonsko glodanje i brušenje zuba primenjujući alate:
 - profilisane igle za provlačenje,
 - alate za štancanje,
 - profilna pločasta glodala (modulna pločasta glodala),
 - vretenasta modul glodala (samo za velike module) i
 - fazonske brusne ploče.
- odvalno glodanje i brušenje zuba sa alatom u obliku puža,
- odvalno glodanje i brušenje zuba alatom u obliku rotirajuće glave s noževima (za izradu konusnih zupčanika sa pravim, kosim i krivim zupcima) i
- rendisanje zuba sa alatom u obliku zupčaste letve ili u obliku zupčanika.

Poznati proizvođači mašina za izradu cilindričnih zupčanika su: *Pfauter*, *Lorenz*, *Maag* i *Fellows*. Suštinska razlika kod ovih proizvođača jeste u načinu izrade zupčanika. Pored standardnih principa izrade unutrašnjeg ozubljenja, u kompaniji Klingelberg došlo je do inovacije u ovom području i omogućavanje još brže izrade istih zupčanika (smatra se da je novi postupak 10 puta brži od dosada primenjenih). Alat primenjen kod ovog postupka prikazan je na slici 4.



Slika 4: Novi alat za izradu unutrašnjeg ozubljenja firme Klingelberg [2]

Pored metoda izrade treba napomenuti i najčešće korišćene metode koje se koriste za završnu obradu zupčanika a to su: brušenje zuba zupčanika, brijanje zupčanika i lepovanje zupčanika.

4. MATERIJALI KOJI SE KORISTE ZA IZRADU ZUPČANIKA

Izbor materijala za zupčanike zavisi od svojstava koje zupčanik treba da poseduje, a to su: mehanička svojstva, stepen opterećenja, obradivost, cena, traženi kvalitet površina, bučnost i dr.

Od materijala za zupčanike upotrebljavaju se: čelik, čelični liv, sivi liv, nodularni liv, sferoidni liv, temper liv, obojeni metali, sinterovani materijali i duroplasti i termoplasti.

Najčešće korišćeni materijali za izradu zupčanicu, koji se koriste u IMT-u su:

- Čelici za cementaciju,
- Čelici za poboljšavanje i
- Čelici za nitriranje.

Najčešće primenjeni čelici za zupčanike su: Č.4320, Č.1430, Č.1530, Č.1531, Č.4732, Č.5430, Č.4531 i dr.

5. TERMIČKA OBRADA ZUPČANIKA

Zupčanici zbog svoje namene moraju da imaju određene osobine. Te osobine zupčanik ne može da poseduje bez dodatnih tretmana, različitih termičkih obrada da bi imao bolje mehaničke, toplotne, strukturne i druge osobine. Cilj termičke obrade zupčanika je da se [3]:

- Povećanjem čvrstoće i povoljnijom superpozicijom naprezanja u korenu zupca postigne bolji stepen opterećenja korena zupca,
- Postigne veća nosivost bokova i veća otpornost na habanje,
- Postigne dobra obradivost.

Kod zupčanika se primenjuje:

- Termičke obrade čiji se uticaj manje ili više ravnomerno proteže na celi presek,

- Termičke obrade čiji se uticaj proteže samo na površinu zupčanika (površinske termičke obrade).

Termičkim obradama čiji se uticaj proteže na celi presek pripadaju: normalizacija, meko žarenje, žarenje radi uklanjanja preostalih napona, žarenje radi postizanja kuglaste perlitne strukture, žarenje sa regulisanim hlađenjem i poboljšanje.

Postupcima površinske termičke obrade pripadaju:

- Difuzioni termohemijski postupci,
- Postupci sa površinskom akumulacijom toplote.

U difuzione termohemijske termičke obrade spadaju: cementacija sa naknadnim kalenjem, nitriranje u različitim sredinama, karbonitriranje, sulfiziranje, plameno kalenje i indukciono kalenje.

6. KONTROLA UNUTRAŠNJEG OZUBLJENJA CENTRALNOG ZUPČANIKA PLANETARNOG PRENOSNIKA NAKON TERMIČKIH OBRADA

Tri načina termičke obrade koja su primenjena u IMT-u su:

- cementacija,
- indukciono kalenje i
- tvrdo nitriranje.

Nakon izvršene termičke obrade i hlađenja delova, potrebno je izvršiti kontrolu unutrašnjeg ozubljenja. Kontrola obuhvata proveru mere preko kuglica/valjčića sa namenskim uređajem koji je u suštini mikrometar sa promenljivim dodacima za kontrolu unutrašnjih kao i spoljašnjih mera, kako ozubljenja tako i navoja i slobodnih ravnih ili okruglih površina.

Kontrola se vrši pre i posle termičke obrade radi uočavanja eventualno nastalih deformacija. Kontrola se vrši na tri centralna zupčanika, svaki obrađen drugom metodom termičke obrade.

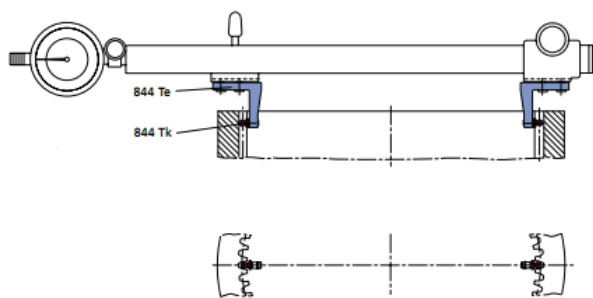
Kontrola kružnosti unutrašnjeg ozubljenja je jedan od najvažnijih parametara kontrole. U slučaju da se kružnost ne nalazi u granicama tolerancije zupčanik se smatra neispravnim. Kontrola kružnosti unutrašnjeg ozubljenja može se vršiti na više različitih načine. U IMT-u kontrola se vrši:

- Mikrometrom ili pomičnim merilom sa kuglicama/valjčićima,
- Merni sat specijalne namene-Multimar,
- Komparatorima i
- Koordinatnom mernom mašinom.

Realizacija merenja preko kuglica u IMT-u vršena je uređajem Multimar kako je prikazan na slici 5. Merenje se vrši jednostavno.

Prvo se pomoću mikrometra ili pomičnog merila na Multimaru zauzme vrednost mere preko kuglica koja je propisana tehničkom dokumentacijom.

Nakon toga se pristupa merenju odstupanja od te mere.



Slika 5: Primer merenja sa Multimarom [4]

Mera i dozvoljeno odstupanje mere preko kuglica zadata tehničkom dokumentacijom je:

$$M_k = 146,46^{+0,1}_{-0,28} \text{ mm}$$

a) kontrola zupčanika koji je bio podvrgnut cementaciji:

Prvo merenje: $M_{k1} = 146,50 \text{ mm}$

Drugo merenje: $M_{k2} = 146,73 \text{ mm}$

Treće merenje: $M_{k3} = 146,18 \text{ mm}$

Odstupanje zabeleženo merenjem je $^{+0,17}_{-0,28} \text{ mm}$ pa se može konstatovati da je veće od dozvoljenog $+0,1 \text{ mm}$.

b) kontrola zupčanika koji je bio podvrgnut indukcijom kalenju:

Prvo merenje: $M_{k1} = 146,47 \text{ mm}$

Drugo merenje: $M_{k2} = 146,53 \text{ mm}$

Treće merenje: $M_{k3} = 146,50 \text{ mm}$

Odstupanje zabeleženo merenjem je $+0,07 \text{ mm}$ pa se može konstatovati da je u granicama dozvoljenog $+0,1 \text{ mm}$.

c) kontrola zupčanika koji je bio podvrgnut tvrdom nitriranju:

Prvo merenje: $M_{k1} = 146,46 \text{ mm}$

Drugo merenje: $M_{k2} = 146,48 \text{ mm}$

Treće merenje: $M_{k3} = 146,51 \text{ mm}$

Odstupanje zabeleženo merenjem je $+0,05 \text{ mm}$ pa se može konstatovati da je u granicama dozvoljenog $+0,1 \text{ mm}$.

Evidentno je da odstupanje od kružnosti zavisi od primenjene vrste termičke obrade.

7. ANALIZA REZULTATA

Kao što se može videti, rezultati kontrole mere preko kuglica/valjčića nakon termičke obrade su različiti za svaku vrstu termičke obrade. Najveća odstupanja javila su se kod zupčanika koji je cementiran. Naime, kod tog zupčanika, gledajući mere, može se zaključiti da zupčanik nakon termičke obrade odstupa od oblika i postavlja se pitanje da li će uopšte moći da funkcioniše u sklopu. Bez obzira na to da li će sklop biti ili neće biti funkcionalan, ovaj zupčanik je škart jer je nemoguće nakon termičke obrade zupčanik ispraviti, vratiti na mere koje je imao pre termičke obrade.

Iz ovoga se može zaključiti, da bi najbolje bilo da se sa aspekta kvaliteta i stvaranja što manjeg broja defektnih delova, kao primarna termička obrada centralnih zupčanika upotrebljavaju indukcijom kalenje ili tvrdo nitriranje.

Pored ovih vrsta termičke obrade svakako kao predlog za upotrebu je plazma nitriranje-jonsko nitriranje u vakuumu. Ovaj proces je superioran jer je ekološki pogodan i što se delovi nakon plazma nitriranja hlade u vakuumu pri čemu ne dolazi do deformacije delova [7].

8. ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da značaj kontrole raste iz dana u dan u inženjerstvu i proizvodnji jer su sve veći zahtevi u pogledu kvaliteta. Danas postoje mašine koje mogu da izmere sve bitne parametre zupčanika u kratkom vremenskom roku. Počevši od modula, koraka, ugla nagiba profila, pomeranja profila zupca pa sve do određivanja slike nošenja i određivanja parametara koji moraju biti podešeni na mašini za izradu zupčanika da bi se slika nošenja dovela u granice propisane tolerancijom. Današnje mašine za izradu zupčanika izrađuju najrazličitije zupčanike, najrazličitijih modula i veličina za samo nekoliko minuta te je neophodno i kontrola da bude brza i pouzdana.

9. LITERATURA

- [1] Rosić B.: „Planetarni prenosnici-unutrašnji cilindrični parovi”, Mašinski fakultet Beograd, Beograd 2003.
- [2] <http://www.klingelnberg.info/aktuelles/waelzschaelen.html>
- [3] Oberšmit, O.: „Ozubljenje i zupčanici”, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1982.
- [4] <http://www.mahr.com/scripts/>
- [5] <http://www.nke.at/en/news-events/news-single/article/>
- [6] Janičević N.: „Konstrukcija motornih vozila”, Mašinski fakultet Beograd, Beograd 1987.
- [7] <http://www.plasmaindia.com/plasmanitrinding.html>

Kratka biografija:



Savo Božić rođen je u Bijeljini 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva-Merenje i kvalitet odbranio je 2012.god.



Miodrag Hadžistević rođen je u Bijeljini 1966. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2004. god., a od 2011 izabran u zvanje vanredni profesor. Oblast interesovanja su metrologija, kvalitet, pribori i ekološki inženjerski aspekti.

TEHNOLOGIJA OBLIKOVANJA PET AMBALAŽE DUVANJEM BLOW MOLDING TECHNOLOGY FOR PET BOTTLE PRODUCTION

Daniel Jakša, Plavka Skakun, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MAŠINSTVO

Kratak sadržaj - U radu je obrađena problematika oblikovanja PET ambalaže postupkom duvanja uz prethodnu izradu predforme metodom injektionog presovanja. Takođe je analiziran kvalitet proizvoda u funkciji tehnoloških parametara i izvršena analiza injektionog presovanja primenom numeričke simulacije pomoću softverskog paketa Moldflow Plastic Adviser.

Ključne reči - oblikovanje plastike, injektiono presovanje, oblikovanje duvanjem, PET posuda

Abstract - This work deals with the manufacturing of PET bottle by blow molding process with the prior method of making preforms with injection molding. It also analyses the quality of the product as a function of technological parameters. Results obtained by numerical simulation of injection molding process using Moldflow Plastics Adviser software package are also presented.

Key words - plastic forming, injection molding, blow molding, PET bottle

1. UVOD

Nagli porast proizvodnje plastičnih masa (polimernih materijala) kao i stalno širenje područja primene, predstavlja jednu od bitnih karakteristika savremenog industrijskog razvoja u svetu. Potrošači u velikom broju slučajeva ni ne primećuju u kojoj količini koriste polimerne materijale.

Osnovni razlog velike primene plastičnih masa je taj da hemijska industrija stvara neograničene količine relativno jeftinih sirovina pogodnih za proizvodnju sintetskih polimera. Prednosti delova izrađenih od polimera u odnosu na komponente od drugih materijala su [1]:

- mala težina
- visoka čvrstoća u odnosu na količinu materijala
- ekstremna postojanost i otpornost na razne hemijske supstance i vremenske uslove
- veliki asortiman u pogledu boja
- dobre električne i toplotne izolacione osobine
- niski zahtevi u pogledu temperature i pritiska u odnosu na metale
- relativno niska cena proizvodnje i dr.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr. Dragiša Vilotić, redovni profesor

2. TEHNOLOGIJA OBLIKOVANJA POSUDE

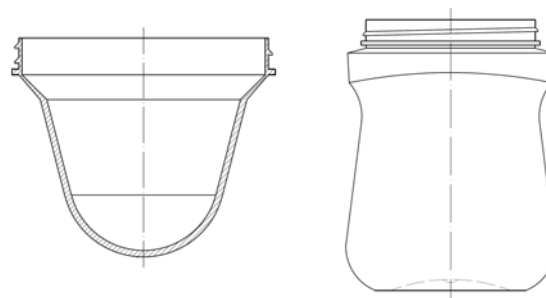
Posude izrađene od PET-a predstavljaju zaštitu proizvoda pri transportu i skladištenju, a omogućavaju i njihovu uspešnu prodaju. Princip dobijanja posude odvija se u dve faze (slika 1):

1. injektionim presovanjem
2. oblikovanje duvanjem



Slika 1. Faze dobijanja posude

Osnovni podaci o ovoj posudi su: materijal - PET, masa - 100g. Izgled predforme i posude prikazani su na slici 2.



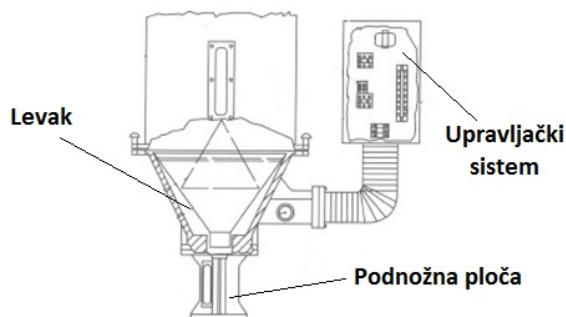
Slika 2. Crtež predforme i posude

2.1 Injekciono presovanje

Injekciono presovanje je ciklični proces primarnog oblikovanja (praoblikovanja) polimera koji se izvodi ubrizgavanjem rastopljenog materijala određene viskoznosti iz injektionne jedinice u temperiran kalup pod dejstvom pritiska. Obradak u kalupu očvršćava hlađenjem. Radni ciklus injektionog presovanja počinje komandom zatvaranja kalupa, a završava se komandom posluživanja kalupa [2].

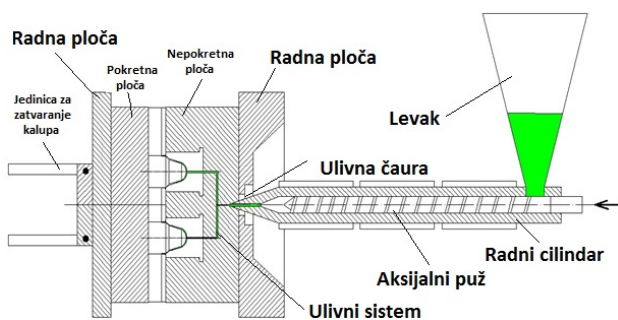
Proces injektionog oblikovanja odvija se u nekoliko faza:

1. Granule PET-a se dovode u sušaru (slika 3) gde se suše na 180°C u periodu od 4h ili na 160°C u periodu od 6h



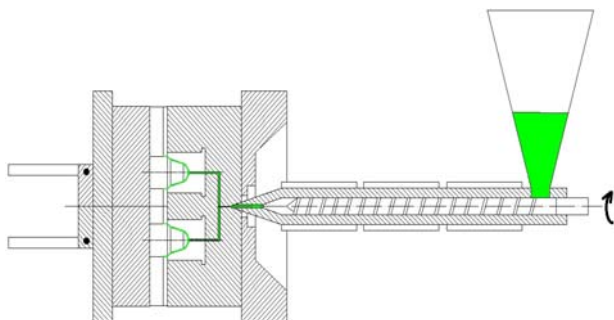
Slika 3. Sušara [3]

2. Zagrevanjem materijala na 280°C÷285°C i aksijalnim pomeranjem puža, rastopljeni materijal se preko ulivnih kanala ubrizgava u šuplinu kalupa (slika 4). Pri tome je isključena rotacija puža, a njegovo aksijalno pomeranje ostvaruje hidraulični cilindar.



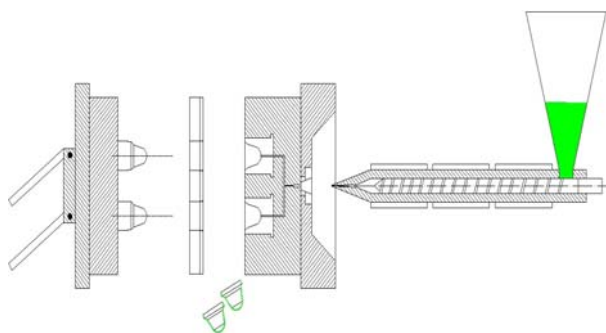
Slika 4. Ubrizgavanje

3. Obradak se hladi uz intenzivnu cirkulaciju rashladnog sredstva kroz sistem za hlađenje alata. Pri tome, puž deluje na rastopljeni materijal naknadnim pritiskom, kako bi se nadoknadio nedostatak materijala usled skupljanja otpreska. Nakon izvršenog hlađenja otpreska, tj. na kraju faze delovanja naknadnog pritiska, puž se vraća unazad, rotira i uvlači novu količinu granulata, topi ga i plastificira (slika 5).



Slika 5. Plastifikacija

4. Kalup se otvara i izbacuje obradak. Injekciona jedinica se vraća nazad, a mlaznica se zatvara pomoću ventila. Otvaranje kalupa obezbeđeno je mehaničkim sistemom za otvaranje. Obradak se iz kalupa izbacuje pomoću izbacivača a izbacivanje viška materijala iz ulivne čaure vrši izvlakač (slika 6).



Slika 6. Izbacivanje

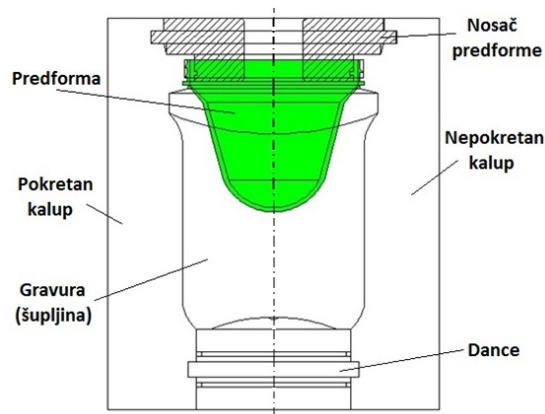
2.2 Oblikovanje injektionim duvanjem

Duvanje je proces oblikovanja plastičnih materijala koji je naročito pogodan za proizvodnju boca i drugih šupljih delova. Suština ovog procesa je dobijanje delova od prethodno oblikovane plastične epruvete (predforme) [2]. Proces duvanja se odvija u nekoliko faza:

1. Pre operacije duvanja, polufabrikat, koji je dobijen prethodnom operacijom injektionog oblikovanja, treba da stoji 24h na 18°C

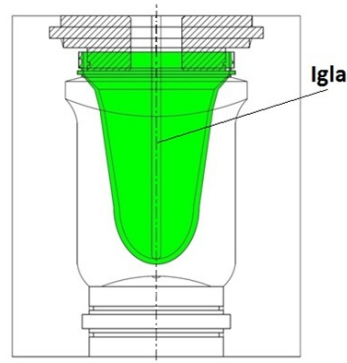
2. Otpresak se stavlja na grejač na temperaturi oko 80÷100°C da bi omekšao pre obrade duvanjem

3. Posle predgrejavanja dela, predforma se stavlja i zatvara u kalupu mašine za duvanje (slika 7)



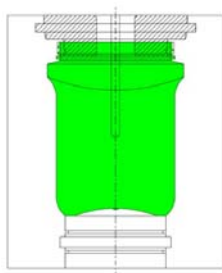
Slika 7. Postavljanje predforme u kalup

4. Predforma se razvlači iglom (zadržkom) i dolazi do pred-duvanja vazduhom na niskom pritisku od 10 bar (slika 8)



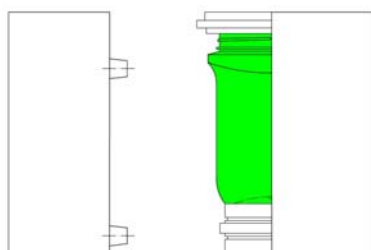
Slika 8. Duvanje predforme

5. Predforma se oblikuje duvanjem sa visokim pritiskom od 25 bar i zadržava se u kalupu određeno vreme da bi prihvatila odgovarajući oblik (slika 9)



Slika 9. Zadržavanje dela u kalupu

6. Kalup se otvara i vadi se gotov deo (slika 10)



Slika 10. Otvaranje kalupa

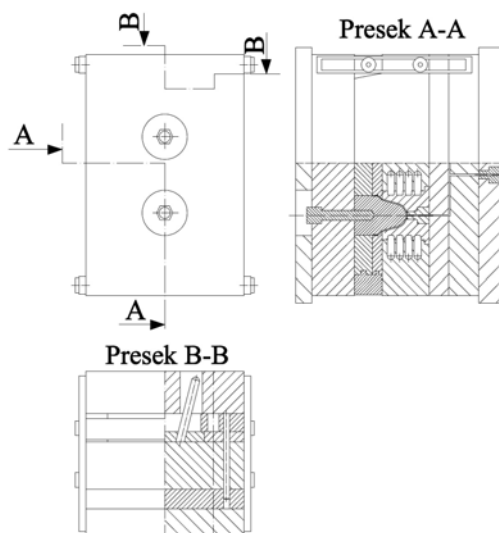
3. KONSTRUKCIJA POTREBNIH ALATA ZA OBLIKOVANJE POSUDE

Alat je jedan od osnovnih elemenata obradnog sistema za injeksiono presovanje i duvanje koji neposredno oblikuje otpresak [4].

3.1 Alat za injeksiono presovanje

Alat za oblikovanje predforme sastoji se iz tri dela, pokretnog dela, nepokretnog dela i dela koji omogućuje da se formira navojni deo na posudi.

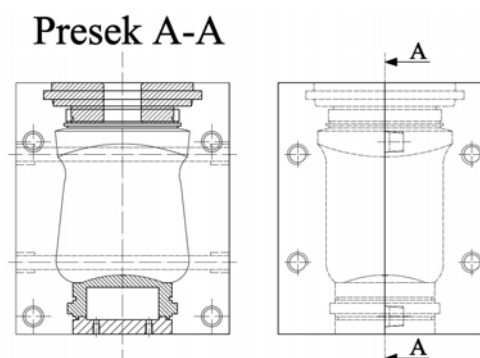
Nakon ubrizgavanja rastopljenog materijala u kalup obradak (predforma) se hladi uz intenzivnu cirkulaciju rashladnog sredstva. Puž deluje na rastopljeni materijal naknadnim pritiskom. Pri završenoj obradi kalup se otvara pomeranjem pokretnog dela alata zajedno sa srednjim alatom, izbacivačem i otpreskom koji je ostao na pokretnom delu alata. Srednji alat se radialno otvara pomoću vođica koje su koso postavljene na nepokretnom alatu. Na pola puta, srednji alat i izbacivač se zaustavljaju i otpresak se izbacuje iz pokretnog dela alata. Crtež alata za dobijanje predforme prikazan je na slici 11.



Slika 11. Alat za injeksiono presovanje

3.2 Alat za oblikovanje posude duvanjem

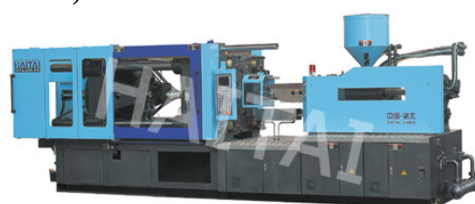
Pre nego što se pristupi operaciji oblikovanja posude duvanjem, potrebno je polufabrikat (koji je u prethodnoj operaciji dobijen injeksionim presovanjem) zagrejati na grejaču kako bi omekšao. Nakon omekšavanja stavlja se na nepokretan deo alata, ceo alat se zatvara pomeranjem pokretnog dela alata i zatim se vrši oblikovanje. Na predformu deluju dve sile, mehanička i hidraulična. Mehanička sila deluje preko igle koja razvlači predformu u vertikalnom smeru, a hidraulična sila deluje putem vazduha koji predformu pritiska na površinu gravure. Proizvod se hladi pomoću sistema za hlađenje u alatu kroz koji cirkuliše rashladno sredstvo. Najintenzivnije se hladi donji deo alata, dance, koje je najviše izloženo toploti. Pri završetku obrade, otvara se kalup i ručno se vadi gotov proizvod. Crtež alata za dobijanje posude duvanjem je prikazan na slici 12.



Slika 12. Alat za oblikovanje posude duvanjem

4. IZBOR OPREME ZA OBLIKOVANJE PREDMETNE POSUDE

Na osnovu definisanih parametara procesa izvršen je izbor odgovarajuće opreme. Za prvu operaciju korišćena je mašina za injeksiono presovanje HAITAI, model HTW2000 (slika 13), dok je za drugu operaciju korišćena mašina za oblikovanje duvanjem HongZhen, model HZ-880 (slika 14).



Slika 13. Mašina za injeksiono presovanje - HTW2000[3]



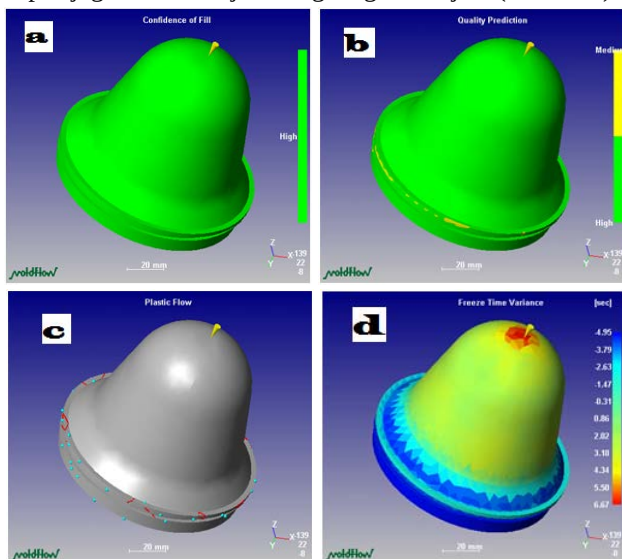
Slika 14. Mašina za oblikovanje duvanjem - HZ-880 [3]

5. NUMERIČKA SIMULACIJA INJEKCIONOG PRESOVANJA EPRUVETE - PREDFORME

U fazi projektovanja alata za oblikovanje plastike, posebno alata za injekciono presovanje delova velike složenosti, dragocenu pomoć pružaju specijalizovani softverski paketi za simulaciju procesa. Najpoznatiji softverski paket koji se koristi za tu svrhu je *Moldflow Plastics Adviser* koju proizvodi kompanija *Moldflow* [5]. Ulazni podaci za analizu su CAD 3D model obratka (dizajniran u *Pro/ENGINEER-u*), vrsta materijala (*PET*) i parametri procesa (temperatura rastopljenog polimera 282°C, temperatura kalupa 110°C, vreme ubrizgavanja 1,16s i pritisak ubrizgavanja 100MPa).

Rezultati analize pokazali su:

- da se sa zadatim parametrima procesa kalup lako popuni rastopljenim polimerom (slika 15a)
- da je kvalitet otpreska prihvatljiv, s obzirom da se površine nižeg kvaliteta nalaze na rebrastom delu otpreska na kome se ne zahteva visok kvalitet (slika 15b)
- da se linije zavarivanja i mehurići uglavnom pojavljuju na rebrastom delu otpreska (slika 15c)
- gde se nalaze područja sa višim i nižim temperaturama otpreska, odnosno gde će dolaziti do bržeg i sporijeg očvršćavanja ubrizganog materijala (slika 15d)

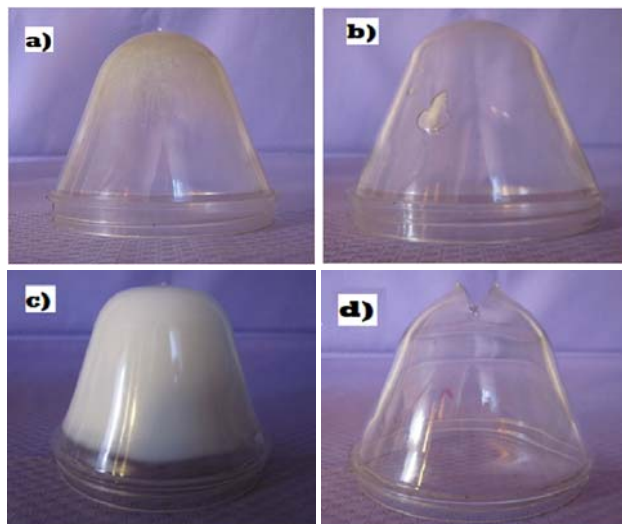


Slika 15. Rezultati simulacije

6. UTICAJ PARAMETARA OBLIKOVANJA NA KVALITET POSUDE

Parametri koji najviše utiču na krajni kvalitet predforme/posude su temperatura ubrizgavanja, temperatura kalupa i pritisak. U nastavku su navedeni primeri nekih parametara procesa koji mogu da utiču na dobijanje nekvalitetnih delova:

- previsoka temperatura rastopljenog materijala, dolazi do pregorevanja materijala (slika 16a)
- niska temperatura topljenja (slika 16b)
- pregrejana predforma u grejaču (slika 16c)
- nedovoljno predgrevanje predforme, predforma puca prilikom oblikovanja duvanjem (slika 16d)
- previsoka temperatura mlaznice
- preniska temperatura mlaznice



Slika 16. Loši delovi

7. ZAKLJUČAK

Plastične mase sve više zamenjuju drvo, kožu, staklo, metal, itd. Stalni razvoj novih polimera proširuje mogućnosti njihove primene tako da iz dana u dan nastaju novi proizvodi koji potiskuju iz upotrebe prirodne materijale.

U ovom radom opisana je problematika dobijanja PET posude injekcionim presovanjem i oblikovanjem duvanjem. Opisana je celokupna tehnologija, prikazani su potreni alati i mašine, a numeričkom simulacijom su analizirani parametri procesa injekcionog presovanja.

8. LITERATURA

- [1] D. Vilotić, „Mašine za injekciono presovanje“, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2008.
- [2] A.B. Strong, „Plastics - Materials and processing (second edition)“, Prentice Hall, Ohio, 2000.
- [3] <http://www.autoplast.co.rs/> (Novembar 2011)
- [4] I. Čatić, „Uvod u proizvodnju polimernih tvorevina“, Biblioteka Polimerstvo, Zagreb, 1990.
- [5] <http://moldflow.blogfa.com/> (Decembar 2011)

Kratka biografija:



Daniel Jakša, rođen je u Senti, 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva iz predmeta Tehnologije oblikovanja plastike, odbranio je 2012.god.



Plavka Skakun, rođena je u Novom Sadu 1966. god. Magistrirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2001.godine. Zaposlena je kao asistent u Laboratoriji za tehnologije plastičnog deformisanja Fakulteta tehničkih nauka.

ODREĐIVANJE SILA KOJE DELUJU NA VAZDUHOM HLAĐENE LOPATICE GASNE TURBINE**DETERMINATION OF FORCES FOR AIR-COOLED GAS TURBINES BLADES**Vladimir Tomašev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su predstavljeni matematički modeli kojima se mogu izračunati sile koje deluju na vazduhom hlađene lopatice gasne turbine, kao i numerički rezultati opisanih modela, kombinovanjem aerodinamičke i metode za kanal između rešetki lopatica. Izvršena je analiza i kvantitativno su ocenjeni efekti primene, u radu definisane procedure, u odnosu na proceduru prema jednodimenzionoj metodi.

Abstract – In the paper are presented mathematical models for calculation of the forces acting on the air-cooled gas turbine blades. These models are based on combination of aerodynamic one dimensional and duct-flow methods. Also is conducted the analysis and quantitatively are evaluated the effects of this mentioned procedure, compared to mathematical model based on one-dimensional method.

1. UVOD

Toplotne turbomašine predstavljaju mašine jednostavne po ideji, ali jako složene za ostvarenje. Sa savremenim razvojem društva i povećanjem populacije na planeti, kontinualno, rastu i potrebe za električnom energijom na globalnom nivou, što je bio jedan od pokretača za razvijanje ovih mašina, kako parnih, tako i gasnih. Takođe, potrebe u savremenom saobraćaju, prvenstveno vazdušnom, dovele su do razvijanja sve efikasnijih i sigurnijih gasnih turboagregata.

Veći stepen korisnosti i veći koristan rad, iz teorije termodinamičkih ciklusa za dobijanje rada, može se ostvariti povećanjem temperature radnog tela na početku ekspanzije. Pošto su lopatice već izložene opterećenjima koja potiču od dejstva fluida, centrifugalne sile i vibracija, dodatno toplotno, vrlo veliko, opterećenje oslabilo bi osnovni materijal komponenata i ugrozilo pouzdan rad turboagregata. Ovo je jedan od bitnijih problema o kome treba voditi računa, jer povišena temperatura stvara veće termičke napone u materijalu. Povišena vrednost temperature, istovremeno, smanjuje mehaničku karakteristiku materijala i njegovu sposobnost da primi opterećenje. Zbog toga su vremenom razvijani sve bolji i izdržljiviji vatrootporni materijali od kojih su se izrađivale komponente gasnih turbina. Međutim, razvoj vatrootpornih materijala, koji će zadovoljiti potrebne zahteve, uvek je kasnio za potrebama u pogledu visine temperature gasova.

NAPOMENA:

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

Tako su se razvijala razna tehnička rešenja hlađenja lopatica, kao dopuna primenjenim materijalima, a neka od njih jesu filmsko i fuziono hlađenje. Kod ovih rešenja hlađenja rashladni vazduh uvodi se kroz kanale unutar lopatice (serpentinsko hlađenje) i izvodi preko određenih rupa na površinu iste. Kod hlađenih lopatica turbine, sile i momenti koji deluju od strane fluida na profil lopatice većeg su intenziteta u odnosu na one koje bi se javile kod iste lopatice, ali bez primenjenog hlađenja (prema [3]).

Ovo se dešava usled ubacivanja rashladnog vazduha koji povećava ukupan maseni protok fluida koji opstrujava lopaticu, a takođe se remeti i projektovano opstrujavanje osnovne struje fluida oko profila lopatice, čime se stvaraju dodatni gubici. Usled konstruisanih šupljina (kanala) unutar lopatice, manja količina materijala od koje je sačinjena ista, mora da nosi celokupno opterećenje. Ovo su samo neki od problema sa kojima su suočeni projektanti savremenih lopatica gasnih turbina.

2. PRIKAZ PROBLEMA

Posmatra se radno kolo trećeg stupnja četvorostupne industrijske gasne turbine (prema [1]), čije se lopatice hlade vazduhom. Izabran je baš ovaj stupanj zbog poznatih svih potrebnih parametara, dobijenih iz prethodnog proračuna, za dalju primenu u matematičkim modelima zahtevanim zadatkom.

Treba ispitati mogućnosti i definisati proceduru izračunavanja sila koje deluju na vazduhom hlađene lopatice gasne turbine, kombinovanjem aerodinamičke i metode za kanal između rešetki.

Potom, treba analizirati i kvantitativno oceniti efekte primene, u radu definisane procedure, u odnosu na proceduru prema jednodimenzionoj metodi.

3. PRIMENJENI MATEMATIČKI MODELI

U radu su dati matematički modeli dobijeni kombinovanjem aerodinamičke metode i metode za kanal između rešetki lopatica gasne turbine.

3.1. Aerodinamička metoda

Aerodinamičkom metodom definišu se sile koje deluju na aeroprofil od strane fluida koji ga opstrujava. Prilikom primene ove metode uvedene su neke pretpostavke koje će omogućiti određivanje potrebnih veličina:

- venac lopatica predstavlja niz usamljenih, međusobno dovoljno udaljenih lopatica (zanemaruje se međusobni uticaj profila),
- strujanje je ravno - zanemaren uticaj krajeva profila,

- strujanje je potencijalno,
- promene gustine gasa pri strujanju dovoljno su male da se mogu zanemariti.

Ova metoda predstavlja jedan vid jednodimenzione metode.

Prema osnovama aerodinamike znamo da rezultantnu silu F_R koja deluje od strane fluida na aeroprofil možemo razložiti na dve komponente, silu uzgona F_z i silu otpora F_x . Ove dve sile mogu se izračunati iz formula:

$$F_z = \rho \cdot c_z \cdot \frac{w^2}{2} \cdot s \cdot l \quad (1)$$

$$F_x = \rho \cdot c_x \cdot \frac{w^2}{2} \cdot s \cdot l \quad (2)$$

gde su c_z , c_x - koeficijenti sile uzgona, odnosno otpora, s predstavlja tetivu profila, a l visinu lopatice.

Silu uzgona možemo definisati i preko cirkulacije Γ :

$$F_z = \rho_{\infty} \cdot w_{\infty} \cdot l \cdot \Gamma \quad (3)$$

Prema shematskom prikazu dejstva aerodinamičkih sila na hladenu lopaticu, slika 2. (prema [2]), rezultantnu silu $F_{R,L}$ možemo projektovati na obimni $F_{u,L}^h$ i aksijalni $F_{a,p,L}^h$ pravac (indeks L - lopatica), dobivši nove komponente koje, nakon izvršenih odgovarajućih transformacija, možemo predstaviti preko sledećih jednačina:

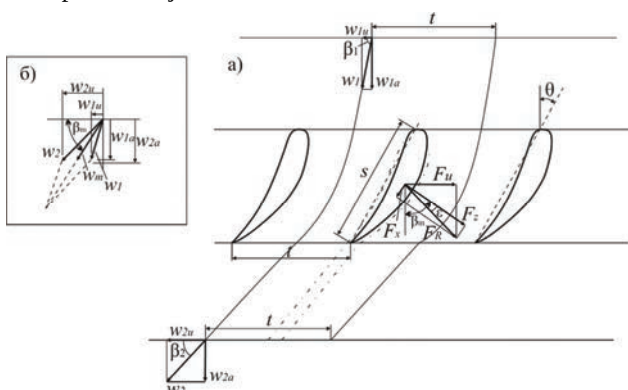
$$F_{u,L}^h = \rho \cdot t \cdot l \cdot w_{1u} \cdot \left[(1 + \lambda_h \cdot A_{ps}) \cdot \frac{tg\beta_1}{tg\beta_2} - 1 \right] \cdot w_m \cdot \sin\beta_m \quad (4)$$

$$F_{a,p,L}^h = \rho \cdot t \cdot l \cdot w_{1u} \cdot \left[(1 + \lambda_h \cdot A_{ps}) \cdot \frac{tg\beta_1}{tg\beta_2} - 1 \right] \cdot w_m \cdot \cos\beta_m \quad (5)$$

gde λ_h predstavlja značicu rashladne struje, a A_{ps} površinu lopatice koju je potrebno hladiti sa strane produkata sagorevanja. Kod sile u aksijalnom pravcu ne može se zanemariti uticaj razlike pritiska ispred i iza posmatranog radnog kola, pa je ukupna sila u aksijalnom pravcu jednaka (prema [2]):

$$F_{a,L}^h = F_{a,p,L}^h + \frac{p_1 \cdot A_1}{z} \cdot \left(1 - \frac{p_2^h}{p_1} \right) \quad (6)$$

gde A_1 predstavlja površinu poprečnog anularnog preseka na ulazu, a p_2^h pritisak fluida iza posmatranog radnog kola, pri hlađenju.



Slika 2. - Shematski prikaz dejstva aerodinamičkih sila na hladenu lopaticu

Izvršeni su proračuni za srednji prečnik posmatrane hladene lopatice, po jednodimenzionoj metodi. Prilikom ovog proračuna, korišćene su vrednosti koje su dobijene uz uslov radijalne ravnoteže, iako to nije potrebno raditi pri standardnom proračunu po ovoj metodi.

Momenti ukleštenja kojima su izložene lopatice, mogu se odrediti preko odgovarajuće formule:

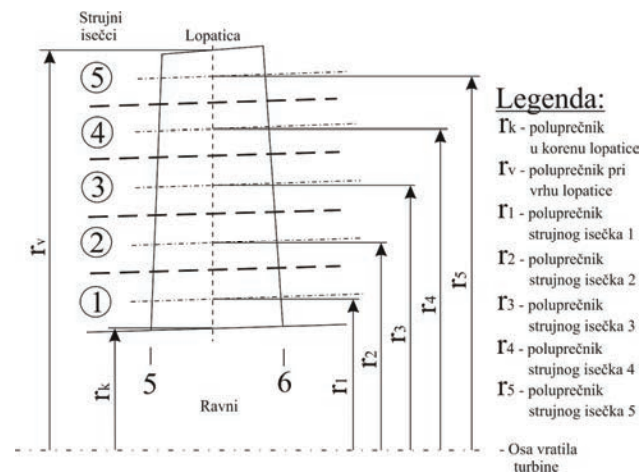
$$M = F \cdot (r_i - r_k) \quad (7)$$

gde F predstavlja rezultantnu silu, oznaka i predstavlja radijus na kome se primenjuje potreban matematički model, a k koren lopatice.

3.2. Metoda za kanal između venaca lopatica

Metoda za kanal između rešetki zasnovana je na radijalnoj ravnoteži struje fluida, odnosno, uslova da se gustina fluida duž visine lopatice menja zbog dejstva centrifugalne sile. Prema ovome gustina fluida u strujnom prostoru raste od korena prema vrhu lopatice. Zbog svoje preciznosti proračun po ovoj metodi vrši se, u principu, deljenjem ukupnog stujnog prostora na više manjih duž radijusa, visine lopatice, i za svaki ovaj novonastali manji strujni prostor izvodi se matematički model. Na osnovu ovoga, u zadatku, strujni prostor oko lopatice podeljen je na pet jednakih delova po visini. Na slici 1. prikazana je ova podela strujnog prostora oko posmatrane lopatice gasne turbine.

U sklopu ove metode, takođe, uvršten je i uslov da ugao koji zaklapa apsolutna brzina sa obimnim pravcem na izlazu iz nepokretnog kola α_1 bude konstantan duž radijusa. Njegova vrednost uzima se iz prethodnog proračuna, a ugao apsolutne brzine na izlazu α_2 jednak 90° . Pogodnost rešavanja sa uslovom da je α_1 konstantan duž radijusa lopatice sastoji se u tome što nepokretna lopatica može imati isti profil duž visine, a to je takozvana cilindračna lopatica. Ona je jeftinija od vitopere lopatice, pa iako ima nešto niži stepen korisnosti, i dalje se koristi.

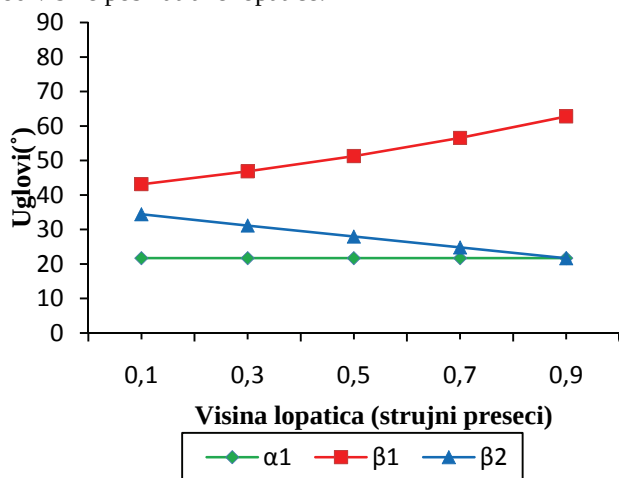


Slika 1. Strujni iseći oko posmatrane lopatice

4. REZULTATI PRIMENE MATEMATIČKIH MODELA

Na osnovu predstavljenih matematičkih modela dobijeni su rezultati proračuna. Prvo su određene vrednosti potrebnih strujnih parametara za svaki od pet posmatranih strujnih isećaka, uz uslov radijalne ravnoteže u strujnom prostoru. Ceo proračun radi se za dva slučaja. Prema prvom, uzimaju se strujni i energijski parametri za srednji prečnik i koriste dalje u određivanju sila koje deluju na srednji prečnik lopatice. Ovaj matematički model

predstavlja jednodimenzionu metodu. Dok, prema drugom slučaju, koriste se pomenuti parametri za određivanje sila koje deluju na srednjem prečniku svakog od posmatranih pet strujnih isečaka. Ovo je proračun po metodi za kanal između rešetki. Na slici 3. grafički je predstavljena vitoperost, odnosno zavisnost uglova α i β od visine posmatrane lopatice.



Slika 3. - Vitoperost lopatice

Dalje, koristeći aerodinamičku metodu, dobijaju se veličine sila u obimnom $F_{u,L}^h$ i aksijalnom pravcu $F_{a,p,L}^h$, zatim ukupne sile u aksijalnom pravcu (zbog uvrštenog dejstva razlike pritiska) $F_{a,L}^h$ i momenta ukleštenja M posmatrane hladene lopatice. Veličine, dobijene rešavanjem matematičkih modela po jednodimenzionoj metodi, su prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. - Rezultati proračuna

Strujni prostor	$F_{u,L}^h$	$F_{a,p,L}^h$	$F_{a,L}^h$	M
-	N	N	N	Nm
Jednačina	4	5	6	7
Jedna lopatica	2638	3613	8774	1179,6
Σ za ceo stupanj	87047	119226	289533	-

U tabeli 2. prikazani su rezultati pomenutih sila i momenata ukleštenja ali sada za svaki od pet strujnih isečaka, na osnovu metode za kanal između rešetki lopatice.

Tabela 2. - Rezultati proračuna

Strujni prostor	$F_{u,L}^h$	$F_{a,p,L}^h$	$F_{a,L}^h$	M
-	N	N	N	Nm
Jednačina	4	5	6	7
1	211	271	912	24,1
2	361	477	1301	104,1
3	529	724	1758	236,4
4	719	1038	2322	438,2
5	943	1465	3066	743,4
Σ za celu lopaticu	2763	3976	9359	1546,4
Ceo stupanj	91168	131195	308856	-

Na osnovu ovih rezultata uočavamo da su proračunom po metodi za kanal između rešetki dobijene više vrednosti

sila koje deluju na posmatranu lopaticu od strane fluida koji je opstrujava, posmatrano u odnosu na računom dobijene vrednosti ovih sila po jednodimenzionoj metodi.

5. ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA

Na osnovu prezentovanih rezultata proračuna možemo uočiti numeričku razliku između dobijenih vrednosti sila računatih samo za srednji prečnik $F_{j,m}$, po jednodimenzionoj metodi, i ukupnih vrednosti sila dobijenih superponiranjem sila računatih za svaki od definisanih strujnih isečaka $F_{m,k}$, rađeno po metodi za kanal između rešetki. Ovu razliku možemo procentualno predstaviti preko sledećih formula:

$$\Delta F_{u,m} = \frac{F_{u,m,k} - F_{u,j,m}}{F_{u,j,m}} \cdot 100\% \quad (8)$$

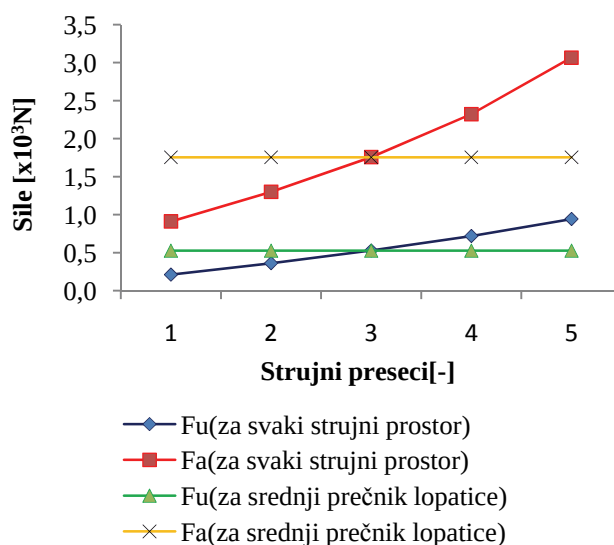
$$\Delta F_{a,m} = \frac{F_{a,m,k} - F_{a,j,m}}{F_{a,j,m}} \cdot 100\% \quad (9)$$

Rešavanjem ovih jednačina dobijamo procentualno povećanje vrednosti ukupnih sila u obimnom i u aksijalnom pravcu, kojima fluid deluje na profil lopatice, dobijene po metodi za kanal između rešetki, u odnosu na vrednosti istih sila, ali računatih po jednodimenzionoj metodi. Ovi odnosi predstavljeni su u tabeli 3.

Tabela 3. - Procentualni odnosi sila

Razlike sila	Vrednost	Procentat
ΔF_u	4,7	%
ΔF_a	6,7	%

Gledano samo za jednu lopaticu posmatranog stupnja, na slici 4., prema rezultatima dobijenih iz već opisanih matematičkih modela, grafički su prikazane vrednosti sila koje deluju u obimnom i aksijalnom pravcu, računate za svaki isečak (strujni prostor), prema metodi za kanal između rešetki, i takođe, obe vrste sila, ali kada se vrši proračun po jednodimenzionoj metodi.



Slika 4. - Grafički prikaz veličina sila u obimnom i aksijalnom pravcu

Horizontalne linije na grafiku predstavljaju vrednosti sila koje su dobijene po jednodimenzionoj metodi. Tako se vrednosti dobijene po metodi za kanal između rešetki

mogu direktno uprediti sa vrednostima dobijenim po jednodimenzionoj metodi.

Ovaj grafik, prikazuje prostornu raspodelu sila u zavisnosti od radijusa delovanja i njihovih intenziteta prilikom korišćenja metode za kanal između rešetki i jednodimenzione metode. Može se uočiti da metoda za kanal između rešetki daje preciznije podatke o silama koje deluju na odgovarajućim delovima lopatice, jer određivanjem sila po jednodimenzionoj metodi ne može se dati realna i kompletna slika o intenzitetima sila, npr. koje deluju u strujnom isečku najbližem korenu i strujnom isečku pri vrhu posmatrane lopatice, jer one nisu ni približno iste. Neke su dosta manjeg intenziteta (pri korenu), a neke su dosta višeg intenziteta (pri vrhu) u odnosu na neku srednju vrednost. Ovo je bitno zbog još jednog aspekta, jer su u pitanju hladene lopatice, koje su dodatno oslabljene unutrašnjim kanalima, zbog čega sa manje materijala lopatica mora da izdrži relativno velika naprezanja i osigura pouzdan rad mašine. Zato raspored i intenzitet ovih opterećenja predstavljaju veoma dragocene podatke prilikom konstruisanja ovakvih lopatica.

6. ZAKLJUČAK

Težnja da se povisi nivo temperature gasova na ulazu u turbinu, kako bi se povećao stepen korisnosti, odnosno smanjili gubici, i dobila veća snaga, dovela je do razvijanja različitih tehničkih rešenja hlađenja lopatica gasnih turbina. Tako su nastali novi problemi pri dizajniranju i konstruisanju lopatica, u vidu povećanih sila, odnosno napona, i momenata ukleštenja koji deluju na hladene, u odnosu na nehladene lopatice (prema [3]). Zbog ograničenosti nosivosti opterećenja primenjenih materijala, bilo je potrebno razvijati različite metode, kojima se mogu numerički, i, naravno, preciznije određivati sile, odnosno stvarni naponi u materijalu lopatice.

U radu su predstavljene i definisane teorijske osnove i matematički modeli zasnovani na aerodinamičkoj metodi i metodi za kanal između rešetki u gasnoj turbini.

Proračun i dalja analiza sastoje se iz dva dela. U prvom delu primenjen je matematički model po jednodimenzionoj metodi. Prilikom određivanja ovog matematičkog modela uzete su sve potrebne strujne veličine na srednjem prečniku posmatrane lopatice, koje su prethodno određene uz uslov radijalne ravnoteže. Dok su u drugom delu, primenjeni isti matematički modeli, ali sada za svaki od pet strujnih isečaka oko referentne lopatice. Ovaj deo raden je po metodi za kanal između rešetki.

Prilikom primene aerodinamičke metode zadovoljene su sve potrebne pretpostavke (videti poglavlje 3.1.). Definisani su matematički izrazi za dobijanje potrebnih parametara, kao i, na kraju, samih sila i momenata ukleštenja koji deluju na posmatranu lopaticu, odnosno venac lopatica. Predstavljani su rezultati i grafički prilozi datih proračuna.

Ista procedura primenjena je i prilikom upotrebe metode za kanal između rešetki.

Izvršena je analiza i kvantitativno su ocenjeni efekti primene, prethodno definisane procedure, u odnosu na jednodimenzionu metodu, što je i učinjeno.

Posmatrajući dobijene rezultate primenjenih matematičkih modela, mogu se uočiti više vrednosti sila i momenata ukleštenja, koji deluju od strane fluida na profil lopatice, određeni po metodi za kanal između rešetki u odnosu na one vrednosti određene po jednodimenzionoj metodi. Ove razlike kreću se između 4,7% za obimne, a 6,7% za aksijalne sile. Ovim se još jednom potvrđuje da je metoda za kanal između venaca lopatica preciznija od jednodimenzione metode, i bolje prikazuje raspored sila koje deluju na lopaticu, odnosno venac.

Prilikom projektovanja gasne turbine, eliminišu se ovakve greške. To može biti od velikog značaja, kako u pogledu same optimizacije, definisanja geometrije profila i energijskih parametara, uštedi materijala, uložene energije, boljeg iskorišćenja iste, tako i, pouzdanijeg i neometanog rada turbine, sa druge.

7. LITERATURA

- [1] V. Grković, Toplotne turbomašine 2 - višestupne mašine - procesi i konstrukcije, Fakultet tehničkih Nauka, Novi Sad, 2008.
- [2] V. Grković, Aerodynamic Theory and Calculation of Forces Acting on Air Cooled Gas Turbine Blades, неопбјављено.
- [3] V. Grković, Određivanje sila, momenta i snage na obimu kola gasne turbine sa lopaticama hlađenim vazduhom, časopis Elektroprivreda, br. 2, Beograd, 2001.
- [4] Lj. Krsmanović, A. Gajić, Turbomašine - Teorijske osnove, Mašinski fakultet, Beograd, 2005.
- [5] J. H. Horlock, Advanced Gas Turbine Cycles, White Laboratory, Cambridge, UK, 2003.
- [6] P. M. Boyce, Gas Turbine Engineering Handbook, Third Edition, Houston, TX, USA, 2005.
- [7] V. Grković, Toplotne turbomašine 1 - Teorijski osnovi, fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2008.

Kratka biografija:



Vladimir Tomašev rođen je u Kikindi 1987. god. gde je završio Gimnaziju. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, oblast-mašinstvo, smer-energetika i procesna tehnika, upisao je 2006. god. Osnovne akademske studije završio 2011. god. i stekao zvanje diplomirani inženjer mašinstva. Diplomski-master rad odbranio je 2012.god.

PRIMENA SOFT-STARTERA ZA POKRETANJE ASINHRONOG MOTORA PUMPNOG AGREGATA**SOFTSTART INDUCTION MOTOR IN PUMP APPLICATION**Đorđe Milovanović, Veran Vasić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu obrađen je način pokretanja klizno-kolutnog asinhronog motora pumpnog agregata soft-starterom. Postojeće stanje, klasično pokretanje klizno-kolutnog motora rotorskim upuštačem, rekonstruisano je i u skladu sa novim tehnologijama pokretanje je realizovano soft-starterom. Realizacijom upravljanja pogonom pumpne stanice „Kišvara“ obezbeđen je kvalitetan i pouzdan rad. Parametri i karakteristike za upoređivanje izvršeni su u odnosu na pumpnu stanicu „Jabuka“.

Abstract – This paper presents the way of starting slip ring induction motor of pump aggregate using soft-starter. Reconstruction of pump station „Kišvara“ drive was realized by using new technology (soft-starter). This reconstruction provides high-quality and reliable pump station drive. It's done comparison of parameters and characteristics between two pump station „Kišvara“ and „Jabuka“.

Cljučne reči: Soft-starter, pumpna stanica, pokretanje klizno-kolutnog motora

1. UVOD

Pumpna stanica je građevina sa odgovarajućim hidromehaničkim i elektromotornim pogonom za prepumpavanje vode (pitke, otpadne, itd.). Koristi se u okviru različitih sistema. Tako npr. pumpna stanica se koristi: za snabdevanje vodom naseljenih područja, za regulisanje nivo vode u kanalima za navodnjavanje i odvodnjavanje obradivih površina i druge primene. U zavisnosti od sistema u kojima se koristi, razlikuju se konstrukcijske i radne karakteristike pogona crpne stanice [1].

Pumpni agregat je osnovni element crpne stanice. Sastoji se od pumpe i pogonske mašine (elektromotor). Pumpa predstavlja hidraulični pogon kojim se fluid - voda transportuje na viši nivo ili područje većeg pritiska. To se postiže prenosom energije na fluid koristeći mehanički rad pogonske mašine [1].

Kao pogonska mašina u crpnoj stanici se najčešće koristi asinhroni motor.

Asinhroni motor je električna mašina koja električnu energiju pretvara u mehanički rad. Električno kolo asinhronog motora se sastoji iz dva osnovna dela: nepokretnog dela ili statora i pokretnog dela ili rotora.

Prema vrstama električnog kola rotora, asinhronne motore možemo podeliti na: asinhronne motore sa namotanim rotorom i motore sa kratkospojenim rotorom [2].

Postoje različite metode za pokretanje asinhronog motora (direktno pokretanje, zvezda-trougao, rotorskim upuštačem, soft starterom, frekventnim regulatorom dr.). Te metode se razlikuju u zavisnosti od vrste asinhronog motora i potrebnih karakteristika koje želimo da dobijemo.

Jedan od načina za puštanje u rad asinhronog motora je pomoću uređaja za regulaciju naizmeničnog napona [3].

Soft-starter (trofazni regulator napona) je uređaj energetske elektronike koji se koristi za pokretanje asinhronog motora [4].

U ovom radu je prikazana realizacija upravljanja pogonom pumpne stanice „Kišvara“. Pogon čine tri pumpna agregata istih karakteristika, od kojih su dva radna, a jedan rezervni. Pumpu pokreće niskonaponski asinhroni motor snage 160 kW. Za pokretanje asinhronog motora sa namotanim rotorom se koristio vodenim rotorskim upuštačem. Zbog dotrajalosti i komplikovanog rukovanja vodenim rotorskim upuštačem, a u skladu sa novim tehnologijama, izvršena je rekonstrukcija elektromotornog pogona i pokretanje soft-starterom.

Za puštanje asinhronog motora u rad bitne su vrednosti polazne struje i polaznog momenta motora. Posle rekonstrukcije pogona crpne stanice „Kišvara“ izvršeno je merenje polazne struje motora, a uporedno su date i karakteristike merenja na crpnoj stanici „Jabuka“, gde je motor sa vodenim upuštačem. (dva radna motora sličnih karakteristika). U poglavlju 5. su dati i prokomentarisani rezultati merenja.

2. PUŠTANJE U RAD ASINHRONOG MOTORA

U praktičnoj primeni puštanje u rad asinhronog motora predstavlja veoma važan proces.

Vrednost polaznog momenta i struje su osnovna pitanja pri puštanju asinhronog motora u rad. Da bi rotor motora pri puštanju u rad mogao preći u obrtno kretanje polazni momenat koji razvija motor mora biti veći od otpornog momenta kojeg na vratilu proizvodi mehanizam koji treba pokrenuti. Sa druge strane vrednost struje pri puštanju u rad za datu mrežu ne sme prevazilaziti određene granice koje zavise od snage mreže [2].

2.1. Puštanje u rad motora sa namotanim rotorom

Kod asinhronih motora sa namotanim rotorom se dobre karakteristike pri puštanju u rad, kao što su veliki polazni momenat pri maloj polaznoj struji, realizuju pomoću otpornika za puštanje u rad uključenog u kolo rotora.

NAPOMENA:

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

Pri puštanju motora sa namotanim rotorom u rad, polazna struja se ograničava pomoću rotorskog otpornika. Postoje različita rešenja rotorskih upuštača (vođeni, uljni i novija verzija suvi). Krajevi otpornika su vezani preko četkica i kliznih prstenova za krajeve pojedinih faza rotora, a ostale tri su spojene u zvezdište preko kliznog kratkospojnog prstena. Na slici 1 je prikazan mehanizam klizno-kolutnog motora. Pre uključivanja motora na mrežu mora se paziti da su krajevi otpornika, koji se preko prstena vezuju u kratki spoj, u položaju maksimalnog otpora.



Slika 1. Mehanizam klizno-kolutnog motora

Motor se pokreće sa maksimalnim otpornikom u kolu rotora. Zatim se postepeno pomera ručica čime se smanjuje vrednost otpora koji je uključen u kolo rotora, a motor ubrzava.

Prilikom puštanju motora u rad odgovarajućim rotorskim otpornikom se polazna struja ograničava da ne pređe određenu vrednost (npr. $1,2I_n$ motora).[2].

2.2. Uređaj za meko upuštanje asinhronog motora

Jedan od načina za puštanje asinhronog motora u rad je kontrolom napona na statorskim priključcima. To se postiže pretvaračem naizmennog napona. Pretvarač naizmennog napona prenosi energiju iz sistema naizmennog napona potrošaču naizmennog napona menjajući parametre napona. Pri ovom prenosu energije mogu se menjati svi parametri napona (ciklokonvertori) ili samo efektivna vrednost napona uz istu frekvenciju (regulator naizmennog napona).

Regulator naizmennog napona menja efektivnu vrednost naizmennog napona propuštanjem samo dela naponskog talasa od ulaza (mreža) prema izlazu (potrošaču). Oblik izlaznog napona neće biti sinusoidaln, tako da se javljaju viših harmonici. Oblik izlazne struje kod pretvarača zavisi od tipa potrošača, a u skladu sa promenom izlazne struje menja se i oblik ulazne struje. Zbog toga pretvarač predstavlja izvor viših harmonika struje u napojnoj mreži [3].

2.3. Soft-starteri

Trofazni regulator napona, soft-starter, je uređaj energetske elektronike koji se koristi za pokretanje asinhronih motora. Soft-starter reguliše napon na priključcima statora asinhronog motora u cilju smanjenja polazne struje tj. omogućavanja mekog pokretanja asinhronog motora.

Uređaj za meki start koristi tiristorski spoj (antiparalelnu vezu dva tiristora) za regulaciju napona na priključcima statora. Napon na statoru prilikom pokretanja je smanjen u odnosu na napon napajanja (mreže) a samim tim smanjena je vrednost polazne struje i momenta motora. Napon na statoru se tokom pokretanja motora postupno povećava do pune vrednosti mrežnog napona čime je izbegnuta pojava velike polazne struje motora.

Soft-starteri regulacijom napona postižu: pokretanje motora uz postupno povećavanje napona, zaustavljanje motora uz postupno smanjivanje napona, regulaciju polazne struje motora i regulaciju momenta motora. Prilikom pokretanja motora korišćenjem soft-startera možemo da kontrolišemo napon (direktno), struju ili moment (indirektno, menja se napon na statoru tako da se postigne određena vrednost momenta motora) motora u zavisnosti od izabranog metoda kontrole. Najčešće korišćeni metod kontrole, koji je standardan bez obzira na tip soft-startera, je kontrola napona. Dok kontrola struje se uglavnom koristi u kombinaciji sa naponskom ili momentnom kontrolom. Kontrola momenta je najsofisticiraniji način kontrole i ovom kontrolom se može postići konstantno ubrzanje motora prilikom startovanja, kao i konstantno usporenje prilikom zaustavljanja motora [4].

3. UPRAVLJNJE POGONOM CRPNE STANICE „KIŠVARA“

Crpna stanica „Kišvara“ je namenjena za navodnjavanje poljoprivrednih površina i nalazi se na levoj obali reke Dunav. Opremljena je sa tri centrifugalna pumpna agregata istih karakteristika, od kojih su dva radna i jedan rezervni. Pumpu, svakog od tri pumpna agregata, pokreće zaseban niskonaponski asinhroni motor sa namotanim rotorom, snage 160kW.

Za pokretanje asinhronog motora sa namotanim rotorom koristio se vođeni rotorski upuštač. Zbog dotrajalosti i komplikovanog rukovanja vođenim rotorskim upuštačem, kao i zbog potrebe za redovnim održavanjem mehanizma za kratkospajanje i dotrajale sklopne opreme, a u skladu sa novim tehnologijama, izvršena je kompletna rekonstrukcija.

Zakon sličnosti centrifugalnih pumpnih agregata govori da se srazmerno sa brzinom obrtanja radilice pumpe menja protok tj. količina prepumpane vode [1].

Za razliku od pumpnih stanica koje se koriste u vodovodima, gde je u zavisnosti od potrošnje neophodno regulisati količinu prepumpane vode, pumpne stanice za odvodnjavanje i navodnjavanje su stacionarni sistemi. Pumpni agregat radi u stacionarnom režimu sa konstantnom brzinom obrtanja, iz toga sledi da motor pumpnog agregata radi u stacionarnoj radnoj tački. Osnovni zahtev u ovakvom pogonu je startovanje motora, a pri tome nema potrebe za regulacijom brzine obrtanja motora. Na osnovu navedenog je odlučeno da se rotorski upuštač demontira, namoti rotora kratko spoje, mehanizam sa dirkama (četkicama) demontira i izradi nov niskonaponski rasklopni blok sa ugradnjom soft-startera.

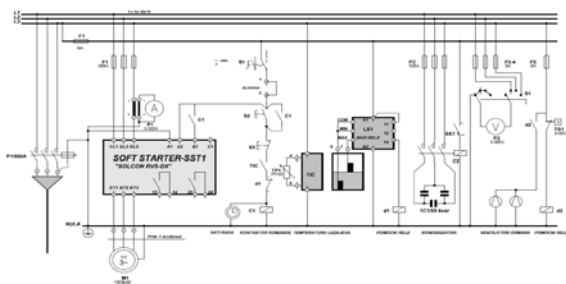
Asinhroni motori sva tri pumpna agregata su sa namotanim rotorom i puštaju su u rad sa zasebnim rotorskim upuštačima (za svaki motor poseban upuštač). Da bismo mogli da koristimo soft-starter za pokretanje

asinhronog motora (za svaki motor zaseban starter), izvršili smo modifikaciju motora. Modifikacija se odnosi na kolo rotora. Uklonjen je rotorski upuštač i dirke koje su nosile četkice kao i same četkice, a rotorski kliznokolut namoti motora su trajno kratko spojeni.

U postojećim uslovima rada pumpne stanice za odvodnjavanje i navodnjavanje, nije moguće u potpunosti automatizovati. Moguće upravljanje pumpnom stanicom je poluautomatsko, odnosno ručno.

Uvidom u situaciju na terenu, upravljanje je urađeno tako da se što više automatizuje rad pumpne stanice, radi povećanja njene efikasnosti. Ručno upravljanje pumpnom stanicom odvija se tako što prisutna posada daje komande za start i stop motora pumpnih agregata. Osnovni parametri zaštite motora integrisani su u soft-starteru, a kao dopunska zaštita je zaštita od rada "na suvo" i zaštita od pregrejanosti mehaničkog dela-ležajeva (PTC sonde). U eksploataciji zaštita od rada na suvom definisana je nivo sondama (gornja, donja i zaštitna). Konkretni problem vezan za mehanički deo motora, su ležajevi. Da bi se zaštitili ležajevi ugrađene su PTC sonde, koje mere temperaturu ležajeva. Releji koji su vezani na sondu će isključiti motor ili onemogućiti njegovo startovanje ukoliko je temperatura ležajeva veća od dozvoljene.

Energetsko-komandna šema upravljanja radom asinhronog motora pumpnog agregata crpne stanice „Kišvara“ data je na slici 2.



Slika 2. Energetsko-komandna šema upravljanja radom motora crpne stanice „Kišvara“

4. ELEKTRIČNI PRORAČUNI, ODABIR OPREME I PROGRAMIRANJE SOFT-STARTERA

Prema propisanim standardima, izvršeni su proračuni na osnovu kojih je rađen odabir opreme. Rađeni su proračuni sabirnice, napojnih kablova asinhronih motora, automatskog zaštitnog prekidača, komandno-razvodnog ormara i kompenzacije reaktivne snage. Na osnovu dobijenih rezultata proračuna izvršen je odabir sabirnice, napojnih kablova motora, komandno-razvodnog ormara, automatskog zaštitnog prekidača i kondenzatorskih baterija [6].

Da ne bi došlo do oštećenja motora predviđene su zaštitne mere u skladu sa propisanim standardima za zaštitu motora [6].

Na osnovu uputstva i tabele koju daje proizvođač soft-startera, vrši se izbor startera prema: načinu vezivanja soft-startera, nominalnoj struji motora, uslovima rada i naponskog nivoa glavnog napajanja. Predviđeno je da se soft-starter vezuje linijski (in line). Na osnovu nominalne struje motora (FLA), koju očitavamo sa natpisne pločice

motora i tabele (koju daje proizvođač), vršimo izbor startera u odnosu na njegovu nominalnu struju (FLC) tako da nominalna struja startera bude veća ili jednaka od nominalne struje motora [4].

Za pokretanje asinhronog motora, svakog od tri pumpna agregata, koristi se SOLCON-ov RVS-DX soft-starter nominalne struje 310A sa integrisanim by-pass kontaktorom. Sama konstrukcija je masivna i robusna sa odličnim parametrima i pouzdanim režimom rada u temperaturnoj granici od -10 do +40 °C

4.1. Programiranje soft-startera

Nakon instalacije odabrane opreme i povezivanjem sa asinhronim motorom, a pre puštanja motora u rad, vrši se programiranje izabranog soft-startera.

Osnovna uloga soft-startera je startovanje, zaštita i praćenje rada motora. Pre startovanja motora se vrše podešavanja: struje motora (koja se kasnije prati na displeju), glavnih parametara, start parametara, stop parametara i statističkih podataka. RVS-DX starter omogućava tri načina upravljanja startovanjem motora: naponom, strujom i momentom. Pre podešavanje start parametara vrši se izbor jedne od četiri startne krive.

Posle izbora jedne od startnih krivi, vrši se podešavanje parametara starta. Parametri starta su: početna vrednost napona i rampa starta. Početna vrednost napona je vrednost napona na priključcima motora na početku starta. Ova vrednost napona utiče na vrednost polaznog momenta motora, jer je elektromagnetni momenat koji motor razvija na vratili srazmeran kvadratu napona na priključcima statora tog motora. Takođe u zavisnosti od polaznog napona menja se i polazna struja motora. Rampa starta je vreme za koje se napon na priključcima motora (napon diktira soft-starter) promeni od početne vrednosti do vrednosti punog napona mreže.

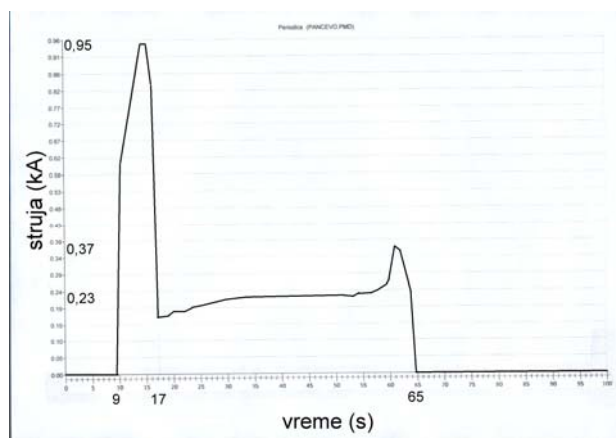
Odabrani soft-starter pored osnovne uloge pokretanja motora, sadrži integrisane elemente kompletne zaštite motora (kako motora tako i samog startera) npr. zaštite od preopterećenja, podstrujne, podnaponske, prenaponske, gubitka faze, redosleda faza kao i kratkog spoj tiristora ili pogrešnog povezivanja, povišene temperature ili pogrešnog parametriranja. Postoje različiti parametri soft-startera, koji se mogu iskoristiti u pogonu i koje proizvođač daje u uputstvu za korišćenje soft-startera. Programiranje soft-startera se svodi na podešavanje tih parametara. Postoje precizno određeni koraci kojih se treba pridržavati prilikom programiranja soft-startera, koje proizvođač daje u uputstvu [5].

5. SNIMANJE STRUJE ASINHRONOG MOTORA

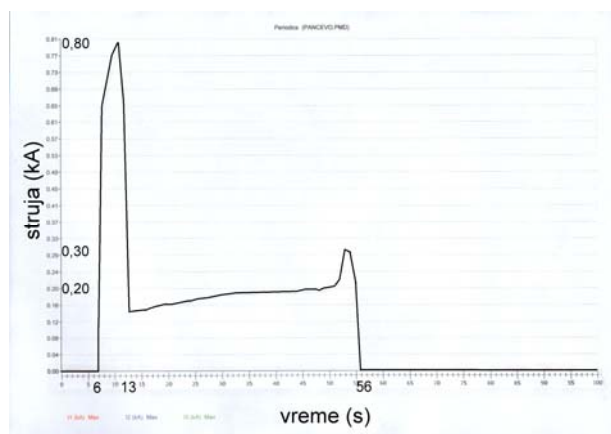
Za potrebe master rada urađeno je snimanje struje dva radna motora (M1 i M2) pumpne stanice „Kišvara“ i jednog radnog motora M3 crpne stanice „Jabuka“. Motori M1, M2 i M3 su kliznokolutni sa namotanim rotorom, snaga 160kW i približno istih karakteristika i parametara. Motori M1 i M2 su rekonstruisani i puštaju se soft-starterima, a motor M3 vodenim upuštačem.

Snimanje struje je urađeno METREL-ovim MI 2292 Power Quality Analyser instrumentom. To je multifunkcionalan instrument, koji se koristi za merenja i analizu u trofaznim sistemima [7].

Nakon podešavanja i vezivanja instrumenta na izlazne priključke soft-startera, izvršeno je snimanje struje motora prilikom njegovog startovanja, kratkotrajnog rada i zaustavljanja. Motori su startovali iz hladnog stanja. Dobijeni rezultati su prikazani na slikama 3 i 4.



Slika 3. Struja motora M1.



Slika 4. Struja motora M2.

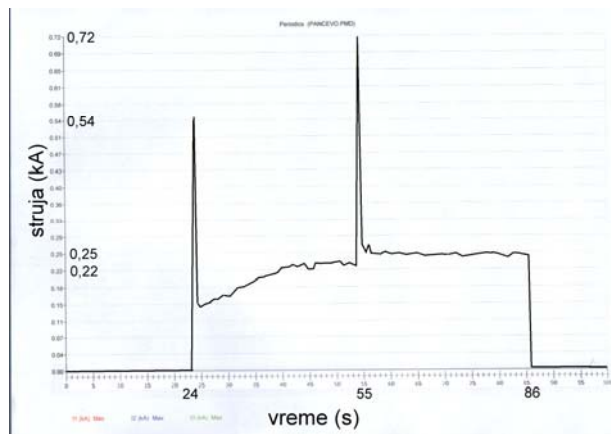
Startovanje motora M1 i M2 reguliše soft –starter. Podešeni parametri startera su:

- kriva zaleta 0,
- vrednost polaznog napona je $40\%U_n$,
- rampa starta je 10s i
- polazna struja je ograničena na 350% FLA.

Na osnovu snimljenih struja motora M1 i M2, može se zaključiti da motor M2 lakše startuje od motora M1. Činjenica da su to isti motori, pokretani istim tipom soft-startera sa jednako podešenim parametrima starta, dovodi do zaključka da je motor M1 opterećeniji prilikom starta. Međutim vrednost radne struje motora M1 je veća od vrednosti radne struje motora M2. Tako da je motor M1 opterećeniji od motora M2 i u ustaljenom stanju.

Posmatrajući polazne struje motora M1, $I_{max1}=930A$ i M2 $I_{max2}=810A$ možemo biti zadovoljni prikazanim parametrima merenja, jer su motori uspešno startovali i radili u normalnom režimu rada. Polazna struja je negde na granici manjoj od tri puta nominalna ($I_n=310A$).

Poređenja radi snimljena je polazna struja klizno-kolutnog motora M3, $I_{max3}=710A$, prikazano na slici 5, na crpnoj stanici „Jabuka“. Dobijeni parametri mogu se porediti sa parametrima motora M1 i M2.



Slika 5. Struja motora M3 (pumpna stanica „Jabuka“).

6. ZAKLJUČAK

Rekonstrukcijom pumpnih agregata, elektro dela, je izvršeno pojednostavljenje upravljanja i pouzdaniji rad pumpne stanice. Takođe je obezbeđen poluautomatski rad sa mogućnošću dalje nadogradnje automatizacije, nadzora i mogućnosti daljinskog upravljanja.

6. LITERATURA

- [1] Prof.dr Edita Stojić-Karanović „Vodoprivredno preduzeće Sibenica“, 2007.
- [2] B. Mitraković, Nikola Lj. Nikovlić „Asinhrona mašine“, 1975.
- [3] Radojle Radetić „Tiristorski pretvarači“, 2004.
- [4] Sofr Starter 3RW44 Manual 10/2010.
- [5] SOLCON RVS-DX Digital Soft Starter 8-2700A, 220-1000V Instruction Manual, Ver 1/11/2004.
- [6] Aleksandar Stošić „Projektovanje i izvođenje električnih instalacija“, 2006.
- [7] METREL Power Quality Analyser-Plus MI 2292 Instruction Manual, Version 3.0, 2000.

Kratka biografija:



Dorde Milovanović rođen je u Sremskoj Mitrovici, 1985 godine, živi u Rumi, master rad je odbranio 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika u pogonu i industriji.



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

SOFTVERSKA DETEKCIJA QRS KOMPLEKSA KOD EKG SIGNALA**SOFTWARE QRS COMPLEX DETECTION IN ECG SIGNAL**

Vesna Špirić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan metod za softversku detekciju QRS kompleksa u EKG signalu. Metod se bazira na Pan-Tompkinsonovom algoritmu. Performanse detektora proveravane su na signalima iz MIT-BIH baze za aritmiju (MIT-BIH arrhythmia database napravljena u saradnji MIT-Massachusetts Institute of Technology i BIT-Boston's Beth Israel Hospital). Analizirani su signali koji sadrže QRS komplekse različitih oblika, u kojima postoje česte i raznolike promene srčanog ritma, kao i različiti tipovi šumova. Softver je realizovan u programskom paketu MATLAB.

Abstract – In this paper, the method for software detection of QRS complex in ECG signal is described. This method is based on Pan-Tompkins algorithm. Performances of the detector have been tested using the signals from the MIT-BIH arrhythmia database (made in cooperation of MIT – Massachusetts Institute of Technology and BIT – Boston's Beth Israel Hospital). Signals with different shapes of QRS complex were analyzed, in which there are frequent and various changes in heart rate, including different types of artifacts. The software tool has been implemented in the MATLAB software package.

Cljučne reči: EKG signal, QRS kompleks, softverska detekcija QRS kompleksa, Pan-Tompkinsov algoritam.

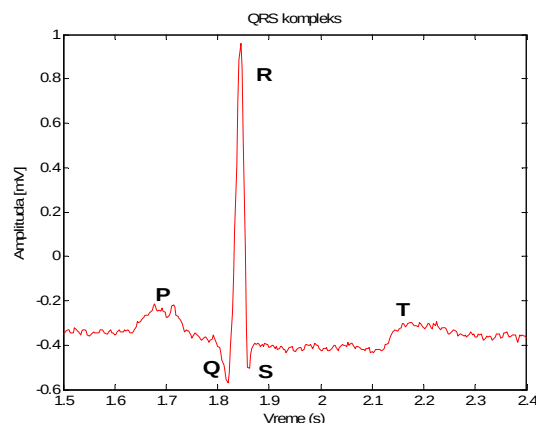
1. UVOD

QRS kompleks je najvažniji talasni oblik u okviru elektrokardiograma ili skraćeno EKG-a. Kako on pokazuje električnu aktivnost srca u toku komorne kontrakcije, vreme njegovog pojavljivanja kao i njegov izgled nam daju mnogo informacija o trenutnom stanju srca. Zbog svog karakterističnog oblika, QRS kompleks predstavlja osnovu za automatsko određivanje frekvencije rada srca, polaznu tačku za klasifikaciju srčanog ritma kao i polaznu tačku u algoritmima za kompresiju EKG signala. Drugim rečima QRS kompleks predstavlja osnovu za skoro svaki algoritam za analizu EKG signala. Na **Sl.1.** prikazan je izgled realnog QRS kompleksa sa svojim karakterističnim delovima.

Tema ovog rada jeste softverska detekcija QRS kompleksa koju ćemo bazirati na Pan-Tompkinsonovom algoritmu. Pan i Tompkins uspeli su da postignu ispravnost detekcije veću od 99 %.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji je mentor dr Goran Stojanović, vanr. prof.

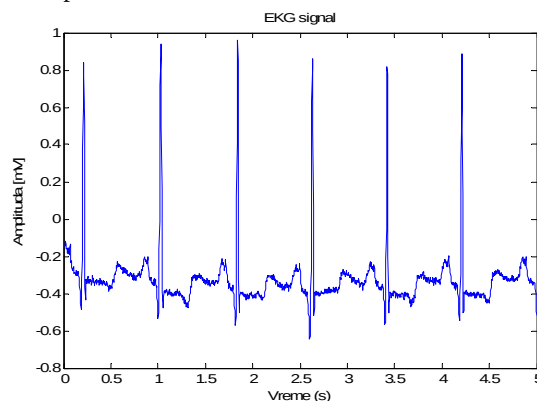


Slika 1. Realni QRS kompleks sa svojim karakterističnim delovima

Realizovali smo ovaj algoritam u softverskom paketu MATLAB, a performanse detektora ispitaćemo na signalima MIT-BIH baze za aritmiju (MIT-BIH arrhythmia database [1]). Ova baza sadrži pored tzv. „lepih“ signala i signale sa brзом promenom srčanog ritma, signale zagađene šumom, signale sa obrnutim QRS kompleksima, signale sa izraženim P i T talasima. Takve signale je teško analizirati, ali će nam oni pomoći u procenjivanju pouzdanosti realizovanog detektora.

2. ELEKTROKARDIOGRAM I NJEGOVA DETEKCIJA

Elektrokardiogram je opšte poznat po svojoj skraćenici EKG. EKG predstavlja snimak srčane aktivnosti, tj. on predstavlja grafički prikaz električne aktivnosti srca. EKG prikazuje električne impulse koji nadražuju srce na kontrakcije. Informacija snimljena EKG-om predstavlja električne nadražaje koji dolaze od srca. Na **Sl.2.** prikazan je tipični EKG signal u vremenskom domenu. Trajanje EKG signala je proizvoljno, a zavisi od toga koliko dugo želimo pratiti rad srca.



Slika 2. Tipičan EKG signal u vremenskom domenu

Detekcija EKG signala se ostvaruje na taj način što se deo električnih impulsa koji se prostiru srcem prostire i na okolno tkivo. Mali deo tih impulsa dolazi do kože. Elektrodamama koje se nalaze na koži pacijenta moguće je detektovati ove električne impulse. Signali koji se detektuju elektrodamama se nazivaju odvođi ili preciznije rečeno signal detektovan parom elektroda čini jedan odvod. Standardni EKG se sastoji od 12 odvođa. On se sastoji od 6 prekordijalnih i 6 perifernih odvođa. U jednom standardnom EKG izveštaju se nalazi svih 12 odvođa.

3. SOFTVERSKA DETEKCIJA QRS KOMPLEKSA

Softverski paketi za analizu EKG signala nam mogu dati sve moguće informacije vezane za stanje srca, od srčanog ritma do moguće dijagnoze bolesti. Naravno, ovo je samo jedan primer zbog čega koristimo softversku detekciju QRS kompleksa. Zamislamo da imamo veliku bazu EKG signala iz koje je potrebno izdvojiti samo one EKG signale za pacijente sa bradikardijom. U zavisnosti od veličine baze i od toga koliko ljudi imamo na raspolaganju, ovaj zadatak može trajati dugo vremena. Softver za analizu EKG signala bi ovaj posao uradio dosta brže od ljudi štedeći i vreme, a i ljudski rad. Softverska detekcija QRS kompleksa se često koristi kao polazna tačka za kompresiju EKG signala, jer sam EKG signal sadrži neke stvari koje nam i nisu toliko potrebne za njegovu analizu.

Problemi koji se javljaju pri detekciji QRS kompleksa su raznovrsne prirode i mogu dosta otežati proces prepoznavanja. Ponekad se dešava da P i T talas imaju slične karakteristike kao QRS kompleks, a spektralne karakteristike komponenti signala zavise i od fizioloških promena i od pacijenata. Ipak najveći problem pri detekciji predstavljaju različite vrste šumova koji mogu biti superponirani na EKG signal (interferencija mrežnog napona, šum usled kontrakcije mišića – EMG šum, loš kontakt elektroda sa telom, pomeranje elektroda, kretanje pacijenta, pomeranje bazne linije).

Postoji više grupa algoritama za softversku detekciju QRS kompleksa [2]. Primećeno je da dosta grupa algoritama ima sličnu algoritamsku strukturu i da se ta struktura može podeliti u dve faze. Prva faza obuhvata linearno i nelinearno filtriranje i ima za cilj eliminaciju šuma. Druga faza se odnosi na detekciju i oduhvata detekciju vrha i logiku za odlučivanje da li se radi o QRS kompleksu ili ne.

Prema ANSI-u (American National Standards Institute) dva osnovna parametra kojim bi trebalo proceniti neki algoritam su osetljivost i preciznost. One se računaju po formulama [2]:

$$Se = \frac{TP}{TP+FN} \quad (1)$$

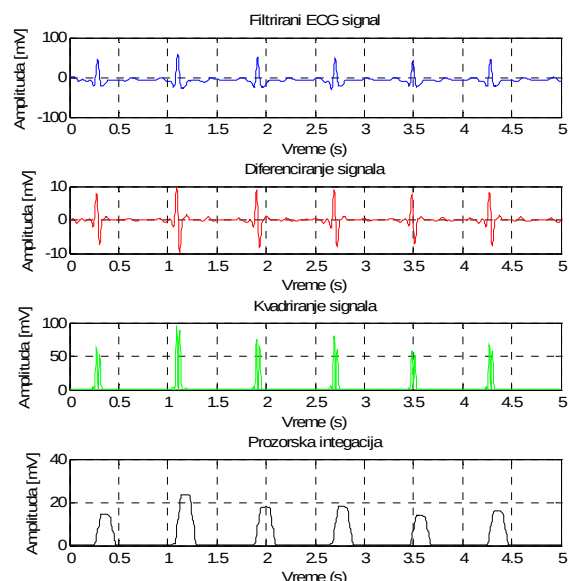
$$P = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

gde je Se osetljivost, a P preciznost, TP je broj stvarnih QRS kompleksa, FN broj lažno negativnih QRS kompleksa i FP broj lažno pozitivnih QRS kompleksa.

4. PAN-TOMKINSOV ALGORITAM ZA DETEKCIJU QRS KOMPLEKSA

Softver za detekciju QRS kompleksa iz EKG signala koji je realizovan u ovom radu je rađen po algoritmu koji su realizovali Jiapu Pan i Willis J.Tompkins [3]. Ovaj algoritam pouzdano detektuje QRS kompleks na osnovu njegove širine, amplitude i nagiba.

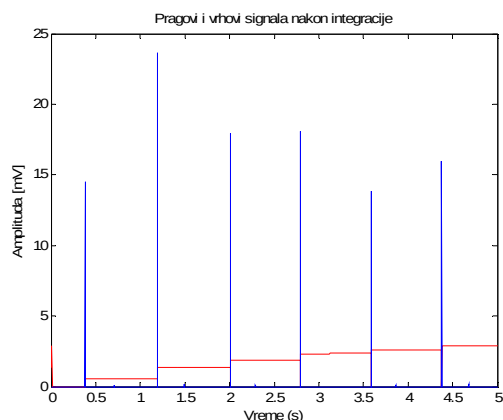
U fazi pripreme signala za detekciju QRS kompleksa potrebno je eliminisati razne vrste šumova. To se čini propuštanjem signala kroz filter propusnik opsega. Strminu QRS kompleksa koja nam je takođe potrebna za pouzdanu detekciju dobijamo diferenciranjem i kvadriranjem signala. Na kraju prozorskom integracijom uvećavamo amplitudu i izdvajamo informaciju o širini QRS kompleksa.



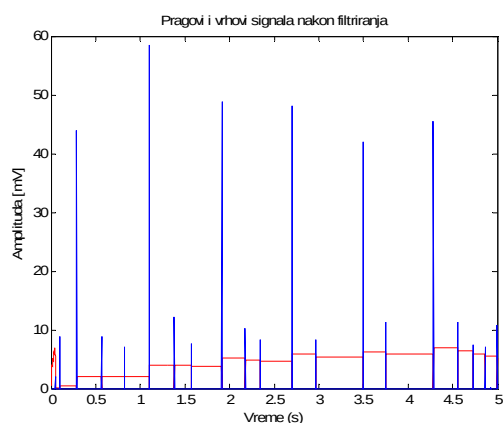
Slika 3. Faze pripreme signala za detekciju QRS kompleksa

Na **Sl.3.** možemo pogledati signal nakon svakog koraka, u pitanju je signal „100“ iz MIT-BIH baze za aritmiju koji je predstavljen na **Sl.2.** (tačnije predstavljeno je prvih 5 s signala).

Faza detekcije QRS kompleksa počinje pronalaženjem vrhova signala. Kandidati za vrhove su lokalni maksimumi. Od svih lokalnih maksimuma traže se maksimumi unutar određenog prozora, oni predstavljaju vrhove koji će se dalje analizirati. U fazi odlučivanja Pan-Tompkinsov algoritam koristi dva seta pragova, a svaki set ima dva praga. Jedan set se koristi za signal koji je prošao filtriranje, a drugi set se koristi za signal koji je izašao iz integratora. Vrednosti pragova se stalno ažuriraju, tj. na osnovu predhodnih vrednosti signala izračunava se vrednost višeg praga, a niži prag iznosi polovinu vrednosti višeg. Odlučivanje o tome da li je QRS kompleks detektovan vrši se upoređivanjem pristiglog vrha i višeg praga. Ukoliko prođe 166 % od trenutnog RR intervala a da nije došlo do detekcije QRS kompleksa primenjuje se niži prag od trenutka detekcije poslednjeg QRS kompleksa. Na slikama **Sl.4.** i **Sl.5.** vidimo testiranje vrhova na pragove signala „100“ iz MIT-BIH baze nakon integracije i nakon filtriranja respektivno.

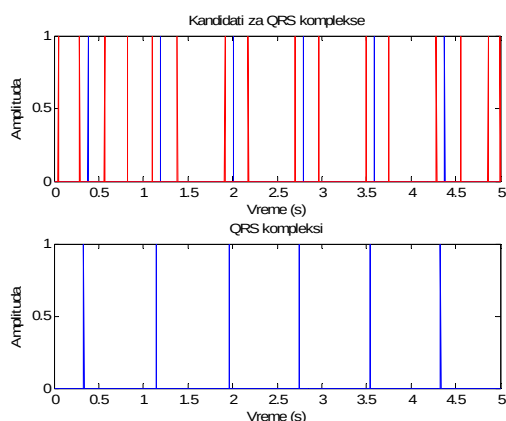


Slika 4. Testiranje vrhova na pragove signala nakon integracije



Slika 5. Testiranje vrhova na pragove signala nakon filtriranja

Razlog zbog kojeg testiramo signal i nakon filtriranja i nakon integracije je povećanje pouzdanosti detekcije QRS kompleksa. Naime, detektovani QRS kompleksi nakon ova dva koraka će se porediti međusobno i uvaži će se samo kompleksi detektovani u oba slučaja što možemo videti na **Sl.6.**



Slika 6. Poređenje QRS kompleksa detektovanih iz signala koji je prošao filtriranje (crvena) i signala koji je prošao integraciju (plava)

Još jedan način da povećamo pouzdanost detekcije jeste da uvažimo ograničenja koje dolazi od samog srca. Naime, ukoliko smo detektovali QRS kompleks u narednih 200 ms nemoguće je očekivati sledeći. Ono što

je neophodno uraditi jeste poređivanje detektovanih QRS kompleksa.

5. REZULTATI TESTIRANJA ALGORITMA

QRS kompleksi u MIT-BIH bazi za aritmiju (na čijim signalima smo testirali algoritam) su označeni, što nam omogućava da procenimo pouzdanost detekcije. Za test smo koristili svih 48 signala iz ove baze i to u prvom minutu njihovog trajanja. U Tabeli 1. prikazani su samo neki od dobijenih rezultata.

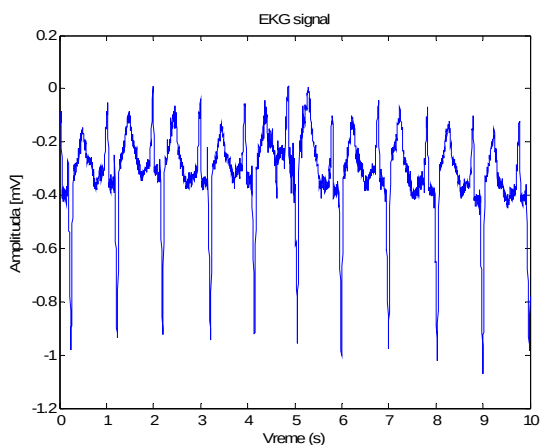
Tabela 1. Rezultati testiranja detektora QRS kompleksa

Testiranje softvera na standardnoj MIT-BIH bazi za aritmiju (signal je u trajanju 60 s)				
Oznaka signala	Ukupno QRS kompleksa	FP	FN	Loše detektovano (%)
100	71	0	0	0
101	68	1	0	1.47
102	69	1	1	2.86
103	67	0	1	1.47
107	68	0	0	0
108	57	26	3	48.33
109	88	0	0	0
111	67	0	0	0
112	82	0	0	0
119	60	26	8	50
121	58	0	0	0
122	84	0	0	0
123	46	0	1	2.12
124	47	1	0	2.13
207	70	6	24	31.96
208	101	1	5	5.66
209	90	0	0	0

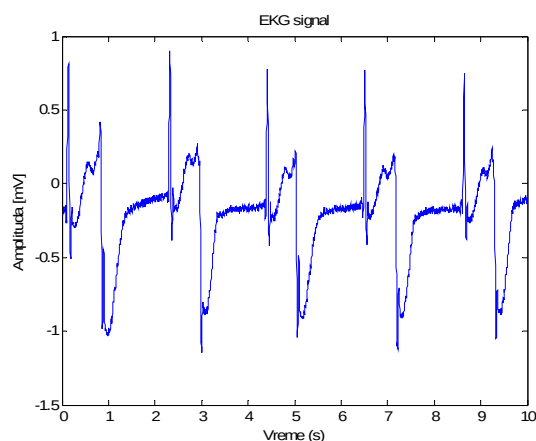
Treba ponoviti da su Pan i Tompkins uspeali da detektuju 99.3 % QRS kompleksa iz MIT-BIH baze. Rezultati koje smo dobili testiranjem svih signala iz MIT-BIH za aritmiju nisu uspeali da postignu ovaj procenat tačnosti i oni iznose 90.34 % ispravne detekcije. Razlozi za lošiju detekciju QRS kompleksa kod pojedinih signala su različiti, navešćemo nekoliko primera.

Iz Tabele 1. vidimo da je loša detekcija kod signala „108“. Ovaj signal ima obrnute QRS komplekse, a problem u detekciji nastaje zbog izraženog T talasa. Na **Sl.7.** vidimo izgled ovog signala.

Lošu detekciju imamo i kod signala „207“. Kod ovog signala su QRS kompleksi čudnog oblika, što se vidi na **Sl.8.** U određenim trenucima signal izgubi talasni oblik QRS kompleksa i u ovim trenucima je nemoguće izvršiti njihovu detekciju.



Slika 7. Signal „108“



Slika 8. Signal „207“

Kod signala „119“ detekcija QRS kompleksa je takođe loša. Ovaj signal ima izražen jedan QRS kompleks i nakon toga dolazi do promene ritma. Što nam pokazuje jedan od osnovnih nedostataka ovog algoritma, a to je loša detekcija EKG signala sa brzom promenom ritma.

6. ZAKLJUČAK

Realizovani algoritam Pana i Tompkinsa smo testirali na MIT-BIH bazi za aritmiju, tačnije koristili smo sve signale iz ove baze u prvom minutu njihovog trajanja. Preciznost sa kojom smo detektovali QRS komplekse iznosi 90.34 %. Rezultati koje smo dobili nisu zadovoljili postotak tačnosti koji su postigli Pan i Tompkins, razlog tome su određeni signali koji su karakteristični i imaju brze promene srčanog ritma, anomalije u obliku QRS kompleksa ili izražene P i T talase. Takođe, kod velikog broja signala iz ove baze uspešni smo da ostvarimo 100 %-tnu detekciju QRS kompleksa.

Glavni nedostatak ovog algoritma jeste njegova univerzalnost tj. njegova želja da bude dovoljno dobar za EKG signale svih oblika. Kada bi postojao poseban algoritam koji bi vršio detekciju QRS kompleksa samo za signale sa izraženim P i T talasima, poseban za signale sa obrnutim QRS kompleksom i poseban za normalne signale postotak loše detekcije bio bi daleko manji. Ovi nedostaci, kao i ubrzani razvoj tehnologije daju velik podstrek za dalji nastavak istraživanja, u smislu modifikacije postojećih i implementacije novih algoritama za detekciju QRS kompleksa.

7. LITERATURA

- [1] MIT-BIH arrhythmia database, www.physionet.org/physiobank/database/html/mitdbdir/mitdbdir.htm, posećeno avgusta 2011. godine
- [2] Bert-Uwe Kohler, Carsten Hennig, Reinhold Orglmeister, *The Principles of Software QRS detection*, IEEE engineering in medicine and biology, str. 42-57, januar/februar 2002. godine
- [3] Jiapu Pan, Willis J. Tompkins, *A real-time QRS detection algorithm*, IEEE transaction on biomedical engineering, br. 3, str. 230-235, mart 1985. godine

Kratka biografija:



Vesna Špirić rođena je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad odbranila je 2011. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroelektronika

ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ПЕРСОНАЛНОГ ОРГАНИЗАТОРА КОРИШЋЕЊЕМ GWT ТЕХНОЛОГИЈЕ**PERSONAL ORGANIZER IMPLEMENTATION USING GWT TECHNOLOGY**

Сабина Даздаревић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У оквиру рада је имплементирана веб календар апликација која омогућава корисницима да се региструју за коришћење а потом и да организују (додају, бришу, мењају и прегледају) обавезе. Рад укључује опис коришћених технологија (GWT, Gilead, Hibernate библиотека и HSQLDB базе података), спецификацију захтева као и имплементационе детаље апликације.

Abstract – This paper describes the personal organizer software that runs in a web browser and allows its users to register for using the application's features such as creating, reading, updating and deleting appointments. The paper includes description of GWT, Gilead and Hibernate libraries and The HSQLDB database. The system requirements, specification, and implementation details are provided in the document as well.

Кључне речи – GWT, Hibernate, Gilead, HSQLDB.

УВОД

Постоји велики број апликација, којима је сврха да омогуће корисницима да креирају, мењају, бришу и прегледају своје обавезе. Апликација Веб Календар је једна од њих. Омогућава корисницима да се региструју за њено коришћење тако што унесу податке који се траже, а затим могу да унесе своје обавезе и да их затим и прегледају на једном од приказа које апликација нуди. А то су месечни, недељни и дневни приказ као и приказ обавеза као агенде односно листе. Унесене обавезе корисник такође може да мења и брише. Кориснички интерфејс је развијен користећи GWT класе и интерфејсе, за перзистенцију података коришћена је Hibernate библиотека а за потребе интегрисања ова два користи се Gilead библиотека. Као база података се користи HSQLDB база података. Апликација је развијена у Eclipse окружењу.

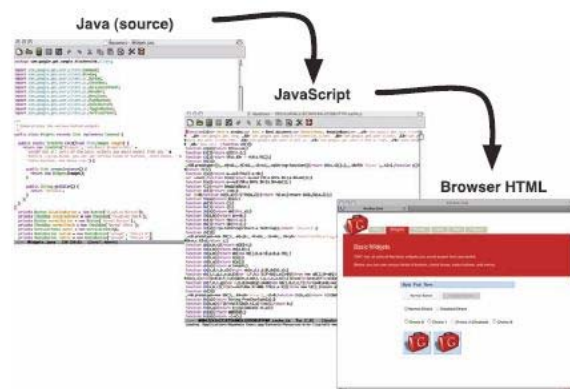
Други део представља кратак опис спецификације система. Приказан је дијаграм случајева коришћења и описана је пакетна организација пројекта. Трећи део документа представља имплементационе детаље апликације.

У првом делу овог документа описане су технологије и на крају, у четвртом делу су описани модови у којима GWT апликације могу бити покренуте, као и

фајлови који су резултат компајлирања GWT апликације.

1. ТЕХНОЛОГИЈЕ**1.1 GWT**

GWT^[1] је open source сет алата који служе за креирање и одржавање комплексних фронт-енд апликација писаних у Јави. Основне компоненте GWT-а су: GWT компајлер, JRE Emulation Library и GWT UI библиотека. GWT компајлер компајлира Јава код у JavaScript који се извршава у браузеру. Резултат компајлера представља по један JavaScript фајл за сваку од комбинација браузер-локал.



Слика 1. GWT приступ компајлирању Јава класа

С обзиром да је JavaScript веома различит језик од Јаве али да GWT и даље мора да искомпајлира Јаву у JavaScript, GWT поседује емулацију основних Јава конструкција и класа тако да могу бити преведене у код који ће радити као JavaScript. Дакле, GWT омогућава мапирање JRE (Java Runtime Environment) на JavaScript. GWT садржи JavaScript имплементације најчешће коришћених класа из стандардне Јава библиотеке класа, укључујући већину, али не све, из java.lang и java.util пакета. Па на пример, класа java.util.Date је доступна у GWT апликацијама али класа java.util.Calendar и класе за форматирање датума нису.

GWT UI слој чине класе и интерфејси за креирање вицета и панела уз помоћ којих можемо изградити апликацију. Вицети су компоненте GWT апликације које корисник може да види у браузер страници. Панели омогућавају визуелну организацију GWT апликације. Они су блокови изградње структуре једне GWT апликације. И вицети и панели имају двојну

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор био проф. др Милан Видаковић.

природу. Могу се понашати као Јава објекти или као ДОМ објекти. Као јава објекте их користимо приликом кодирања апликације а као ДОМ објекти се приказују у браузеру.

1.2 HSQLDB

HSQLDB^[2] (Hyper Structured Query Language Database) је систем за управљање релационим базама података написан у Јави. Компоненте укључене у Hsqldb jar пакету су:

- HSQLDB RDBMS
- HSQLDB JDBC Driver
- Database Manager
- Query alat
- Sql alat

HSQLDB база података се састоји од између два и пет фајлова, који имају исто име али различите екстензије. На пример, база података која се зове „test“ се састоји од следећих фајлова:

- test.properties
- test.script
- test.log
- test.data
- test.backup
- test.lock

.properties фајл садржи опште податке о бази података. .script фајл садржи дефиниције табела и осталих објеката базе података, као и податке за поп-cached табеле. .log фајл садржи промене настале у бази података. .data фајл садржи податке за cached табеле а .backup фајл је зипован backup последњег познатог .data фајла. Ако база података нема cached табеле, .data и .backup фајлови неће бити присутни. .lock фајл садржи информацију о томе да ли је база података отворена.

HSQLDB може бити покренута на више начина. У општем случају, базе података се могу извршавати или на серверу (Server modes) или у оквиру апликације (Standalone или In-Process Mode).

1.3 Hibernate

Hibernate^[3] представља open-source алат за објектно-релационо мапирање за програмски језик Јава и представља мост између релационе базе података и објектно оријентисаног модела. Hibernate је способан да мапира и веома комплексне релационе односе унутар базе података. Основна одлика Hibernate-а је мапирање Јава класа у табеле базе података (и из Јава типова података у SQL типове података). Hibernate генерише SQL позиве чиме ослобађа девелопера од руковања сетом резултата и конверзије објеката. Мапирање Јава класа у табеле базе података се може урадити конфигурисањем XML фајлова или коришћењем Јава анотација. Приликом коришћења XML фајлова, Hibernate може да генерише скелетон source кода перзистентних класа (није потребно код анотација). HQL (Hibernate Query Language) представља Hibernate-ов језик за упите у базу. Може

бити коришћен и у standalone Јава и у Јава EE апликацијама. Hibernate објекти су перзистентни Plain Old Java Objects (POJOs).

1.4 GWT и Hibernate

Када GWT RPC (GWT-ов механизам за пренос података између сервера и клијента) покуша да десеријализује перзистентне Hibernate објекте, избацитиће

com.google.gwt.user.client.rpc.SerializationException који се јавља сваки пут када објекат који пребацујемо преко RPC није серијализабилан. GWT RPC механизам ће одбити да десеријализује Hibernate објекат јер до тренутка када је објекат спреман да буде пребачен преко жице, то уствари и није више исти објекат за који компајлер мисли да ће бити пребачен, па када покуша да га десеријализује, GWT RPC механизам више не зна који је то тип и одбија да га десеријализује.

Постоји неколико стратегија за интеграцију GWT-а и Hibernate-а.

1) Коришћење *Data Transfer Objects* – ово подразумева да за сваки објекат направимо по један DTO на клијенту који ће се приказивати у апликацији и из којег ће бити могуће конструисати Hibernate објекат. DTO је једноставан POJO (*Plain Old Java Object*) који садржи само једноставна поља података којима можемо да приступимо на клијентској страни да бисмо их приказали на страници апликације. Hibernate објекти онда могу да буду направљени на основу података у нашим DTO-оима. Сами DTO-и ће једино садржати податке које желимо да чувамо, а не lazy учитавање или логику перзистентности који су додати Hibernate објектима од стране Hibernate Javassist библиотеке.

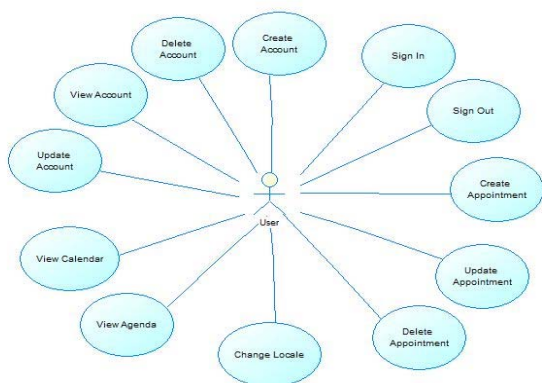
2) Dozer – Dozer је open-source библиотека која аутоматски генерише DTO-ве и клонира Hibernate објекте ишчитавањем и парсирањем XML фајлова.

3) Gilead - Основни принцип Gilead-а је аутоматска замена неиницијализованих проксија са null, а перзистентних колекција са основним колекцијама које су присутне у GWT JRE библиотеци.

Ове замене се обе извршавају без неког претходног дефинисања мапирања. Gilead такође складишти информације неопходне за поновно креирање Hibernate проксија или перзистентних колекција било у серверском објекту или у клонираном објекту, чинећи могућим да се поново креирају ови објекти без потребе да се позива база.

На слици 2 је приказан дијаграм случајева коришћења. Корисник може да се региструје за коришћење система тако што креира налог, затим може да мења информације у налогу као и да га избрише. Корисник даље може да креира обавезу, да прегледа унете обавезе у виду месечног, недељног и дневног календара, као и агенде. Унете обавезе корисник може да мења и да брише.

Код апликације подељен је у четири пакета као што је приказано на слици 3.



Слика 2. Дијаграм случајева коришћења



Слика 3. Структура апликације

2. СПЕЦИФИКАЦИЈА СИСТЕМА

Пакет client садржи класе у којима је имплементиран визуелни део апликације, затим подршка интернационализацији као и стратегија распоређивања обавеза на неком од могућих приказа календара. Пакет server садржи класе у којима су имплементиране методе сервиса које апликација подржава. У пакету domain су смештене перзистентне класе које представљају корисника и обавезу. Пакет util садржи класе потребне за конфигурацију Hibernate-a.

3. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА

GWT пројекти могу бити организовани на различите начине, али постоје предложене конвенције да би лакше могло да се види који код иде на клијент, који на сервер а који на оба. GWT Календар апликација је структурирана на начин који се може описати као конвенционалан:

1) У главном директоријуму пројекта постоје следећи директоријуми:

- src фолдер – садржи Јава source код
- war фолдер – web app; садржи статичке ресурсе као и ископајлиране фајлове
- data – садржи базу података
- lib – садржи библиотеке неопходне за правилно функционисање пројекта

2) у src пакету је креиран root пакет и у њему client пакет и server пакет, да би се разликовао код који се преводи у JavaScript (а који је смештен у client пакету) од кода који се не преводи (који је смештен у server пакету)

3) у root пакет је смештен дескриптор модула

4) у war директоријум су смештени статички ресурси (HTML host странице, style sheets, slike itd..)

5) client и server пакети су даље организовати по потреби.

Дескриптор модула је фајл у којем намештамо смернице за компајлер који ће касније на основу њих да зна који код треба да преведе у JavaScript и које локале апликација укључује. У овом фајлу такође укључујемо модуле који нам омогућавају да користимо GWT библиотеке. HTML host страница такође мора бити намештена да модул апликације може да се учита из ње. Клијентски код је урађен по GWT правилима, као и механизам (GWT RPC) по којем сервер и клијент комуницирају. Што се тиче сервера, Hibernate библиотека је коришћена за да се подаци сачувају у HSQLDB базу података.

4. МОДОВИ GWT АПЛИКАЦИЈА

GWT апликације могу да се извршавају у два мода:

- Development mode (Hosted mode) – без компајлирања можемо покренути апликацију у браузеру и све промене настале у клијентском коду ће се аутоматски приказати.
- Production mode (Web mode) – после компајлирања апликације настају три типа фајла:
 о .cache.html фајлови - садрже логику апликације. Ово су JavaScript кодови који су сачувани као html фајлови а који су изгенерисани на основу клијентског кода.
 о .gwt.rpc фајлови - садрже информације о томе који java.io.Serializable типови су серијализабилни у GWT RPC механизму
 о .nocache.js фајл - је задужен да изабере исправну верзију апликације (један од .cache.html фајлова) на основу података о браузеру и локалу на којем апликација треба да се учита.

5. ЗАКЉУЧАК

Google Web Toolkit представља алат за развој комплексних browser-based апликација. Користећи га могуће је развити веб апликације високих перформанси без потребе посебно познавати особине различитих браузера, XMLHttpRequest, и JavaScript.

6. ЛИТЕРАТУРА

[1] Robert Hanson and Adam Tacy, *GWT In Action – Easy Ajax With The Google Web Toolkit*, Manning Publications Co., 2007, ISBN: 1-933988-23-1

[2] Hsqldb User Guide
<http://hsqldb.org/doc/guide/>

[3] Hibernate (Java)
http://en.wikipedia.org/wiki/Hibernate_%28Java%29

[4] GWT and Hibernate
http://code.google.com/webtoolkit/articles/using_gwt_wit_hibernate.html

Кратка биографија

Сабина Даздаревић рођена је 1982. године у Тутину. Дипломски – мастер рад на Факултету техничких наука из области Рачунарство и аутоматика – Рачунарске науке и информатика одбранила је 2012. године.

Милан Видаковић рођен је 1971. године у Новом Саду. Докторирао је 2003. године на Факултету техничких наука, а 2009. године изабран је за ванредног професора из области *Примењене рачунарске науке и информатика* на Факултету техничких наука.

SENZORI UV ZRAČENJA NA BAZI OPTIČKIH VLAKANA
SENSORS FOR UV RADIATION BASED ON OPTICAL FIBERSViktorija Kovač, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su predstavljeni novi fiber optički senzori UV zračenja. Realizovani su senzor U-tipa na koji je nanešen marker za detekciju UV zračenja i fiber optički senzor na čiji je jedan kraj nanešen prah iz živine lampe. Takođe je ispitana zavisnost intenziteta emitovanog fluorescentnog zračenja na izlazu vlakna od udaljenosti senzora sa prahom iz živine lampe od UV lampe.

Abstract – In this paper novel fiber-optic UV sensors are presented. U-shaped sensor covered with UV marker for UV radiation detection and fiber-optic sensor covered with powder from mercury lamp are realized. Dependence of output light intensity on distance of sensor with mercury from UV lamp is investigated as well.

Ključne reči: marker, prah iz živine lampe, UV senzor, U-tip.

1. UVOD

U poslednjih nekoliko godina merenje UV zračenja dobija sve veći značaj jer je ozonski omotač sve tanji i propušta štetne UV zrake. Ultraljubičasto zračenje predstavlja opasnost za ljudsko zdravlje zbog svojih genotoksičnih, mutagenih, kancerogenih i imunotoksičnih svojstava. UV zračenje je podeljeno na tri opsega. UV-C zračenje (od 100 nm do 280 nm) je zračenje najveće energije u UV oblasti, ali je u potpunosti apsorbovano od strane atmosfere i zbog toga ne predstavlja opasnost za biosferu. Od ukupnog solarnog UV zračenja koje dospe do površine Zemlje svega 2% je UV-B zračenje (od 280 nm do 315 nm). Najveći deo UV zračenja koje dospeva do površine Zemlje je UV-A zračenje (od 315 nm do 400 nm). Ovo zračenje prodire dublje u kožu od UV-B zračenja, ali su efekti koje ono izaziva slabiji i deluju kumulativno. Efekat ovog zračenja se zbog načina njegovog dejstva otkriva tek kada se promene ozbiljno razviju.

Da bi se sprečilo njegovo negativno dejstvo, razvile su se različite metode za detekciju UV zraka. Primeri uključuju UV senzore u vidu nanožica koji su realizovani tako da prikazu promene struje-napona ili električne provodljivosti kada se ozrače UV zracima [1], kao i bežične UV senzore bazirane na fotokapacitivnom efektu u GaN [2]. Ovo su komplikovani načini merenja UV zraka. Potreba za jednostavnijim rešenjima dovela nas je do fiber optičkih senzora. U današnje vreme fiber-optički senzori postaju veoma aktuelni u različitim oblastima primene.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Miloš Slankamenac, doc.

Postoje mnoge prednosti korišćenja UV senzora na bazi optičkih vlakana umesto konvencionalnih senzora. Kod ovih senzora informacije se prenose putem svetlonog zraka, a ne preko električnih signala. Iz toga sledi da nemaju električne delove i da su imuni na elektromagnetske smetnje. Ovo je posebno važno za merenja gde se koristi izvor UV zračenja koji emituje jako elektromagnetno polje u svojoj okolini. Pošto nemaju metalne delove, nisu korozivni. Malih su dimenzija, mehanički su dosta otporni i laki. Dosta su i jeftini jer njihova realizacija je relativno jednostavna. Plastična optička vlakna imaju veći prečnik jezgra i tako ne postoji problem pri povezivanju sa svetlosnim izvorom ili sa detektorom. Iz toga sledi da nisu potrebne skupe komponente za pozicioniranje vlakna, kao i da manja nečistoća ili prašina na krajevima vlakna neće prouzrokovati veće probleme senzorskom sistemu. Čišćenje i poliranje vlakna zahteva malo vremena. Takođe, ovi senzori nude mogućnosti distribuiranog i lokalizovanog merenja duž cele dužine senzora i na taj način obezbeđuju merenje snage na intervalu ili u tački.

2. TEORIJSKA ANALIZA

Posebno su interesantni monomodni fiber optički senzori kod kojih je otklonjen deo omotača, a zatim je na taj deo naneto neko UV osetljivo jedinjenje. Oni rade na osnovu interakcije omotača i fotoluminescentne pojave. Primeri primene ovih senzora su kod merenja indeksa prelamanja, temperature, pH itd.

Fiber optički UV senzor čiji se rad zasniva na fotoluminescenciji omotača optičkog vlakna kod koga je omotač zamenjen smešom epoksi lepka i fosfora je predstavljen u [3]. U [4] je opisan sličan fiber optički senzor sa nanešenim polikarbonatom dopiranim azobenzen bojom.

U ovom radu predstavljeni senzori UV zračenja rade po principu pojave fluorescencije. Fluorescencija spada u tzv. fotoluminescentne pojave, tj. luminescentne pojave izazvane apsorpcijom svetlosti. Utvrđeno je da intenzitet fotoluminescentne emisije opada eksponencijalno sa vremenom:

$$I_t = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad (1)$$

gde su I_0 i I_t intenziteti emisije u vremenu $t = 0$ i $t = t$. Veličina τ je srednji život nosioca i predstavlja vreme za koje intenzitet fotoluminescentne emisije opadne za e -ti deo od prvobitnog intenziteta I_0 .

Pri apsorpciji zračenja koju vrše elektroni iz spoljašnje ljuske molekula, elektron dobija određeni iznos energije tako da prelazi u više energetske stanje (pobuđeno stanje). Da bi se vratio u osnovno (nepobuđeno) stanje taj višak

energije molekula može okolini da preda u vidu toplote sudarom sa molekulima okoline, povećavajući im kinetičku energiju, odnosno temperaturu. Molekul može da pređe u osnovno stanje i ako emituje odgovarajući kvant energije, tj. svetlost. Emisija zračenja pri ovakvom prelazu zove se fluorescencija. Fluorescencija prestaje odmah po uklanjanju izvora pobuđivanja, a srednji život ima vrednosti od 10^{-8} do 10^{-6} s.

Tokom ovih procesa dolazi do gubitka određenog dela energije, iz čega sledi da energija emitovane svetlosti biće uvek manja od energije apsorbovane svetlosti, tj. osnovna karakteristika fluorescentnog zračenja je veća talasna dužina fluorescentnog zračenja od talasne dužine apsorbovanog zračenja. Tako npr. ozračivanjem uzorka UV zracima očekuje se fluorescentna emisija u VIS oblasti (400-800 nm).

Pretpostavljeno je da će se ova pojava uočiti kada se na optičko vlakno nanese neko UV osetljivo jedinjenje, npr. UV marker ili prah iz živine lampe.

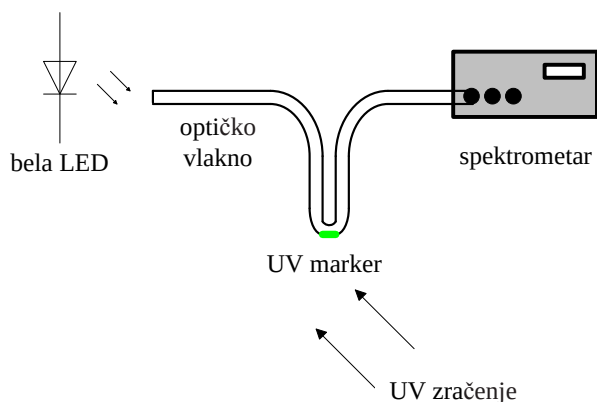
3. EKSPERIMENTALNA POSTAVKA

Testirano je više različitih načina za detekciju UV zračenja kombinovanjem optičkog vlakna i UV osetljivih jedinjenja, ali najbolji rezultati su se postigli pomoću dva tipa senzora koji će biti detaljnije izložena u nastavku.

3.1. Senzor U-tipa

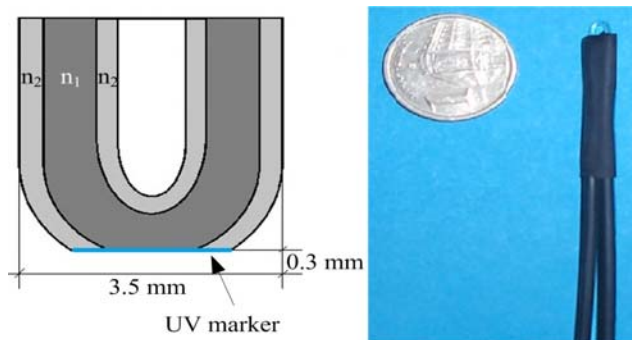
Princip rada senzora U-tipa zasniva se na detekciji promene spektra poznatog zračenja usled apsorpcije istog u prisustvu UV zračenja. Najčešće optička snaga pretvorena u zračeće polje je slaba, tj. dubina prodora je niska. To ograničava osetljivost senzora. Ovaj tip senzora omogućava povećanje osetljivosti u zavisnosti od radijusa zakrivljenja.

Na sl. 2 prikazani su skica i fotografija realizovanog senzora. Senzor U-tipa je dobijen šmirglanjem omotača i delimično jezgra na savijenom (U) delu plastičnog optičkog vlakna, prečnika 1 mm. Prečnik savijenog dela vlakna je 3.5 mm, a dubina šmirglanja 0.3 mm. Na deo vlakna gde je otklonjena obloga nanešen je UV marker u tankom sloju. Na ulazu ovog senzora nalazi se bela LED dioda poznatog spektra, dok je izlazni kraj optičkog vlakna priključen na spektrometar, sl. 1.



Slika 1. Blok šema senzora U-tipa

Kao izvor UV zraka korišćen je simulator sunčevog UV spektra sa promenljivim izlaznim intenzitetom.



Slika 2. Senzor U-tipa

3.2. Senzor sa prahom iz živine lampe

Drugi realizovani senzor se bazira na detekciji emitovanog fluorescentnog zračenja usled UV zračenja. Senzor je takođe realizovan pomoću plastičnog optičkog vlakna prečnika 1 mm. Krajevi optičkog vlakna su najpre ispolirani, a zatim je na jedan kraj vlakna nanešena smeša gela za prilagođavanje indeksa prelamanja, koji je korišćen u cilju postizanja što bolje optičke sprege između emitovanog fluorescentnog zračenja i ulaza optičkog vlakna, i fosforescentnog praha iz živine lampe. Na sl. 3 je prikazan senzor sa prahom iz živine lampe za merenje UV zračenja.



Slika 3. Senzor sa prahom iz živine lampe

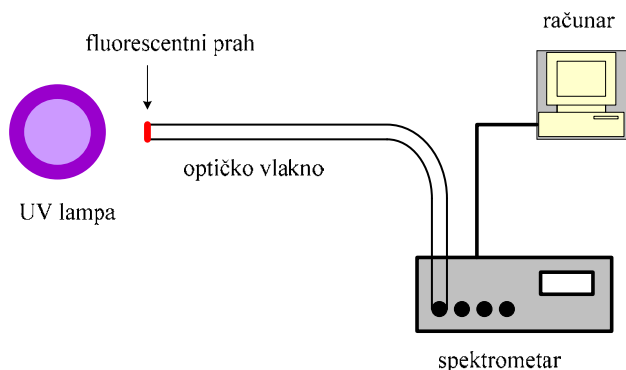
Da bi se izmerila zavisnost intenziteta emitovanog zračenja od intenziteta UV zračenja, senzor je montiran na precizni mikrometerski pozicioner (proizveo Oriel Inc) i posmatran je njegov izlaz za udaljenosti 0 mm, 2.5 mm, 5 mm, 7.5 mm, 10 mm, 12.5 mm i 1 mm od UV lampe.



Slika 4. Merenje zavisnosti intenziteta emitovanog fluorescentnog zračenja merenog senzorom sa prahom iz živine lampe od udaljenosti ovog senzora od UV lampe

Pretpostavljeno je će intenzitet UV zračenja slabiti obrnuto proporcionalno kvadratu rastojanja. Kao izvor UV zračenja korišćena je UV lampa 1, a na izlazu vlakna je spektrometrom detektovano emitovano fluorescentno zračenje.

Sa sl. 4 se može zaključiti da je spektar na izlazu pomećen ka opsegu crvenih talasnih dužina, jer svetli crvenom bojom što će kasnije biti i grafički prikazano.



Slika 5. Blok šema senzora sa živinim prahom

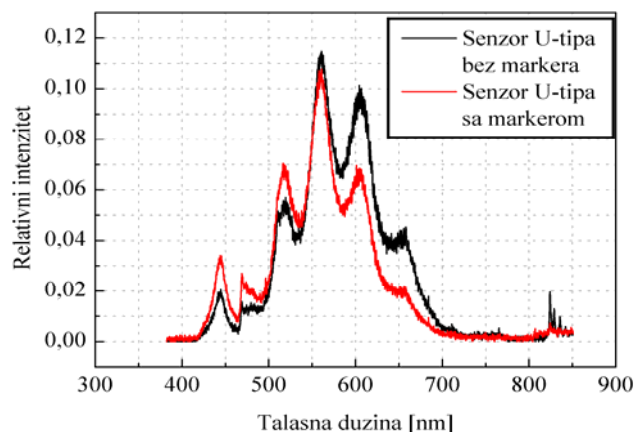
Karakteristike UV izvora su merene OCEAN OPTICS spektrometrom (200-400 nm) u 2048 tačaka, a karakteristike izlaza fiber optičkih senzora su izmerene pomoću THORLABS SP1 spektrometra (400-800 nm) u 3000 tačaka, sl.5.

4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Na slikama 6-9 su prikazani rezultati merenja spektara izvora UV zračenja, kao i spektri svetlosti na izlazu senzora.

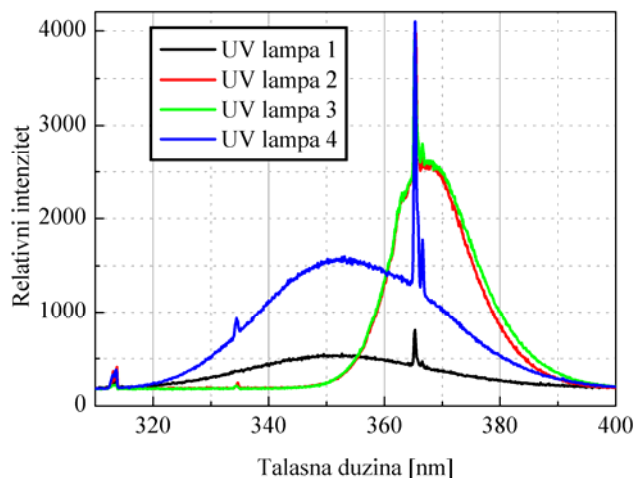
Na sl. 6 može se videti odnos spektara na izlazu senzora U-tipa u slučajevima sa i bez markera nanešenog na otklonjeni deo senzora.

Sa sl. 6 je moguće jasno uočiti promene u spektru na izlazu optičkog vlakna usled UV zračenja u prisustvu markera. Deo spektra bele LED 400-550 nm podleže manjoj apsorpciji u odnosu na deo spektra 550-700 nm.



Slika 6. Poređenje spektara svetlosti na izlazu senzora U-tipa za slučajeve bez i sa nanešenim UV markerom

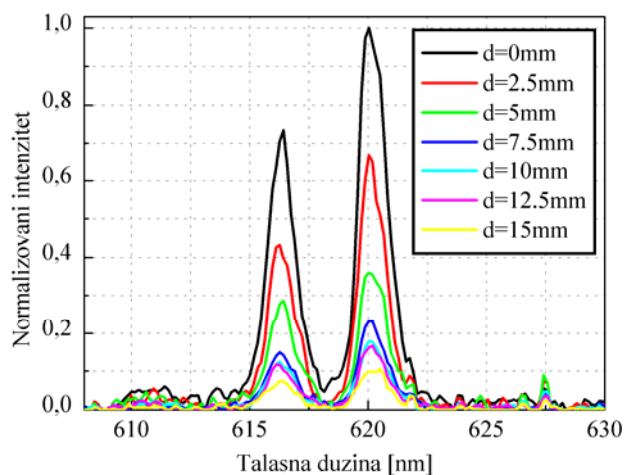
Na sl. 7 dati su spektri četiri UV lampe koje su korišćene prilikom merenja UV zračenja senzorom sa fluorescentnim prahom iz živine lampe. Sve četiri prikazane lampe emituju u UV-A oblasti.



Slika 7. Spektri UV lampi

Na sl. 7 bitno je primetiti da su spektri UV lampi 1 i 4 identičnog oblika, kao i spektri UV lampi 2 i 3. Prilikom izlaganja senzora UV zračenju iz lampi 2 i 3, na izlazu optičkog vlakna nisu detektovane nikakve promene. Međutim, prilikom izlaganja senzora zračenju iz lampi 1 i 4, na izlazu optičkog vlakna detektovana je pojava fluorescentnog zračenja u crvenom opsegu, na talasnim dužinama 616 nm i 620 nm. Iz ovoga dalje možemo zaključiti da deo spektra 330-350 nm najviše utiče na detekciju UV zračenja.

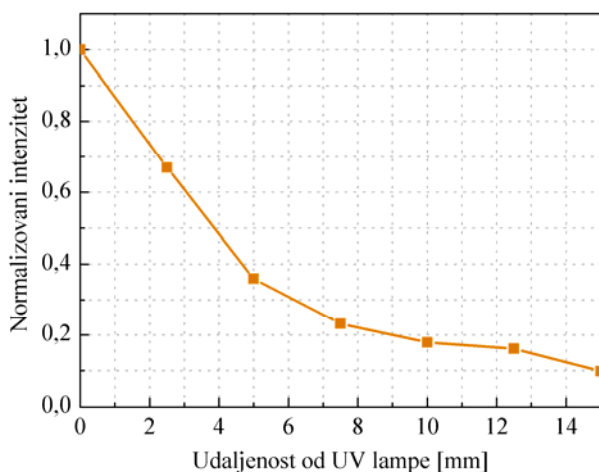
Na sl. 8 je dato poređenje spektara na izlazu senzora sa prahom iz živine lampe u zavisnosti od udaljenosti kraja vlakna sa prahom od UV lampe 1.



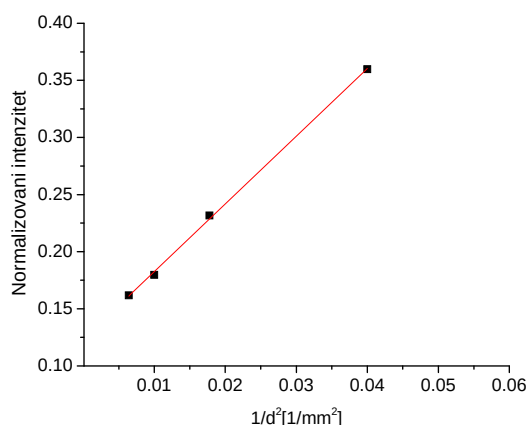
Slika 8. Poređenje spektara na izlazu senzora sa prahom iz živine lampe u zavisnosti od udaljenosti senzora od UV lampe 1

Na osnovu sl. 8 možemo zaključiti da se oblik spektra ne menja sa povećavanjem udaljenosti od UV lampe, već se samo menja njegov intenzitet. Na sl. 9 je prikazana promena intenziteta u zavisnosti od udaljenosti od UV lampe. Na sl. 10 je prikazana fitovana linearna promena intenziteta u zavisnosti od recipročne vrednosti kvadrata

udaljenosti od UV lampe ($1/d^2$) za one vrednosti podataka koje zadovoljavaju tu zavisnost. Zapaža se da ovu teorijsku zavisnost zadovoljavaju vrednosti na najudaljenijim mernim tačkama.



Slika 9. Zavisnost intenziteta emitovanog fluorescentnog zračenja na izlazu senzora sa prahom iz živine lampe od udaljenosti senzora od UV lampe 1



Slika 10. Zavisnost intenziteta emitovanog fluorescentnog zračenja na izlazu senzora sa prahom iz živine lampe od recipročne vrednosti kvadrata udaljenosti senzora od UV lampe 1

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu su predstavljeni fiber optički senzori koji omogućavaju detekciju UV zračenja, i to u crvenom opsegu talasnih dužina. Na izlazu senzora sa prahom iz živine lampe su dobijeni pikovi emitovanog fluorescentnog zračenja na približno 616 nm i 620 nm. Na osnovu merenja opisanim sensorima došlo se do zaključka da intenzitet UV zračenja slabi obrnuto proporcionalno kvadratu rastojanja senzora od UV izvora. Prikazano je i kako se na jednostavan način može realizovati ovakav senzor.

6. LITERATURA

- [1] O. Lupan, G. Chai, L. Chow, G. A. Emelchenko, H. Heinrich, V. V. Ursaki, A. N. Gruzintsev, I. M. Tiginyanu and A. N. Redkin, "Ultraviolet photoconductive sensor based on single ZnO nanowire", Physica Status Solidi A, vol. 207, no. 7, pp. 1735-1740, 2010.
- [2] D. Ciplys, V. S. Chivukula, A. Sereika, R. Rimeika, M. S. Shur, X. Hu, R. Gaska, "Wireless UV sensor based on photocapacitive effect in GaN", Electronics Letters, vol. 45, no. 12, pp. 653-654, 2009.
- [3] C. Fitzpatrick, E. Lewis, A. Al-Shamma'a and J. Lucas, "An optical fibre sensor for germicidal microwave plasma powered UV lamps output with potential for on-line temperature control", OFS: 15th Optical Fibre Sensors Conf. (Portland, OR, May 2002) (New York: IEEE), pp 455-458, 2002.
- [4] Kwang Taek Kim, Nam Il Moon and Hyun-Kyoung Kim, "A fiber-optic UV sensor based on a side-polished single mode fiber covered with azobenzene dye-doped polycarbonate", Sensors and Actuators A: Physical, vol. 160, no. 1 pp. 19-21, 2010.

Kratka biografija:



Viktorija Kovač rođena je u Vrbasu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroročunarska elektronika odbranila je 2012. god.

PRIMENA BARIJUM BIZMUT TITANATA KAO TEMPERATURN OSETLJIVOG MATERIJALA

APPLICATION OF BARIUM BISMUTH TITANATE AS A TEMPERATURE SENSITIVE MATERIAL

Katarina Cvejic, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - U ovom radu prikazana je primena barijum bizmut titanata kao temperaturno osetljivog materijala. Izvršena su merenja realnog i imaginarnog dela dielektrične konstante pripremljenog uzorka, kako u funkciji temperature tako i u funkciji frekvencije. Dielektrična konstanta je merana pomoću instrumenta RF Impedance Analyzer HP-4191A, a temperatura uzorka je praćena infracrvenom kamerom.

Abstract – This paper presents application of barium bismuth titanate as a temperature sensitive material. Measurements of real and imaginary part of dielectric constant were conducted on the prepared sample, as a function of both temperature and frequency. Dielectric constant was determined using an instrument RF Impedance Analyzer HP-4191A, while the temperature of the sample was monitored via IR camera.

Ključne reči: barijum bizmut titanat, temperaturna zavisnost dielektrične konstante, frekvencijska zavisnost dielektrične konstante.

1. UVOD

Titanati su grupa hemijskih jedinjenja koja imaju široku primenu u elektronici, pre svega u izradi pasivnih elektronskih komponenti.

Najznačajnije jedinjenje iz ove grupe je barijum titanat, jer ima dielektričnu konstantu izuzetno velike vrednosti, može da se ponaša kao feroelektrik i piezoelektrik, a takođe, primenom pogodnih aditiva, čime se modifikuje hemijski sastav jedinjenja, pokazuje poluprovodničke osobine.

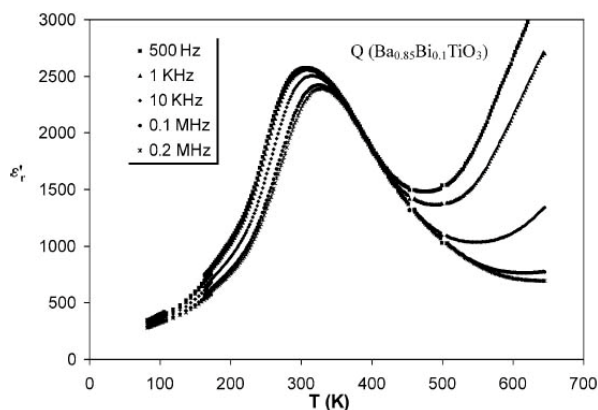
Električne osobine barijum titanata moguće je menjati u širokom opsegu vrednosti, što je posledica činjenice da barijum titanat (BaTiO_3), kao i drugi titanati npr. olovo titanat (PbTiO_3) i stroncijum titanat (SrTiO_3), lako formiraju čvrste rastvore kako međusobno tako i sa drugim oksidima (npr. ZrO_2 , SnO_2) [1].

Jedna od najznačajnijih karakteristika materijala na bazi barijum titanata jeste temperatura feroelektričnog prelaza T_c , tj. temperatura na kojoj dielektrična konstanta ima maksimum $\epsilon_{\max}$. Uvođenjem različitih dopanata u kristalnu rešetku barijum titanata moguće je modifikovati vrednosti T_c i $\epsilon_{\max}$ [2], [3].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji je mentor dr Goran Stojanović, vanr. prof.

U ovom radu je kao dopant korišćen bizmut. Naročito odnos katjona $\text{Bi}^{3+}/\text{Ba}^{2+}$ u dobijenom jedinjenju određuje njegovo ponašanje: klasično ili relaksorsko [4]. Na SL.1 prikazan je grafik zavisnosti realnog dela relativne dielektrične konstante od temperature za jedan odnos katjona $\text{Bi}^{3+}/\text{Ba}^{2+}$.



Slika 1. Zavisnost realnog dela relativne dielektrične konstante od temperature za $\text{Ba}_{0.85}\text{Bi}_{0.1}\text{TiO}_3$ [4]

Fokus ovog rada je na pronalaženju materijala čija se dielektrična konstanta menja približno linearno sa promenom temperature, u određenom temperaturnom opsegu. Sintetisane su keramičke tablete sastava $\text{Ba}_{0.9}\text{Bi}_{0.06}\text{TiO}_3$ i ispitane njihove električne osobine od interesa. Merenja su vršena pomoću instrumenta RF Impedance Analyzer HP-4191A.

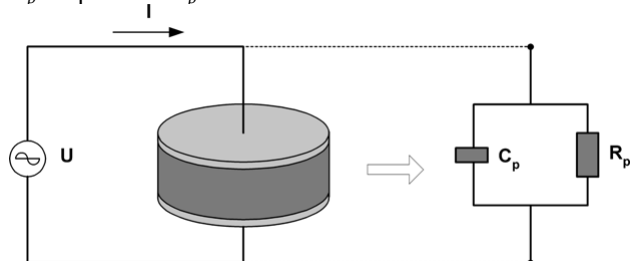
2. PRIPREMA UZORKA

Čestice bizmut dopiranog barijum titanata ($\text{Ba}_{1-3a}\text{Bi}_{2a}\text{TiO}_3$, $a=0.033$) sintetisane su hemijskom metodom iz tečne faze (sol-gel). Nakon kontrolisane hidrolize titanijum butoksida ($\text{Ti}(\text{C}_4\text{H}_9\text{O})_4$) destilovanom vodom, u reakcionu smešu dodati su joni Ba^{2+} i Bi^{3+} , pri čemu je reakcija održavana na visokoj pH vrednosti i povišenoj temperaturi od 80°C . Soli BaCO_3 i $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ korišćene su kao prekursori navedenih jona. Nakon reakcije u trajanju od 1h, istaložene čestice su centrifugirane i isprane destilovanom vodom u cilju oslobađanja od zaostalih nečistoća, a zatim sušene na 120°C u trajanju od 24h. Ovako dobijen prah presovan je pritiskom od 200 MPa na uniaksijalnoj presi, a zatim je dobijeni uzorak sinterovan na 1100°C u trajanju od 2h. Rendgenska difrakciona analiza potvrdila je da su dobijene čestice kao i sinterovani uzorak kristalni, pri čemu su detektovani svi pikovi karakteristični

zaperovskitnu tetragonalnu fazu. Na dobijenu tableticu nanešene su srebrne elektrode radi merenja dielektričnih osobina.

3. MERENJE RELATIVNE DIELEKTRIČNE KONSTANTE

Za određivanje realnog i imaginarnog dela relativne dielektrične konstante u ovom radu koristi se kapacitivna metoda. Uzorak, tj. izrađena tableta od barijum bizmut titanata, postavlja se između dve paralelne ploče, kao što je ilustrovano na **SI.2**. Može se smatrati da je dobijena struktura u formi pločastog kondenzatora u električnom smislu ekvivalentna paralelno povezanim kapacitivnosti C_p i otpornosti R_p .



Slika 2. Šematski prikaz pripremljenog uzorka i odgovarajuće ekvivalentno električno kolo [5]

Vrednosti C_p i R_p su direktno izmerene pomoću instrumenta RF Impedance Analyzer HP-4191A, a vrednosti realnog i imaginarnog dela relativne dielektrične konstante su izračunate sledećim formulama:

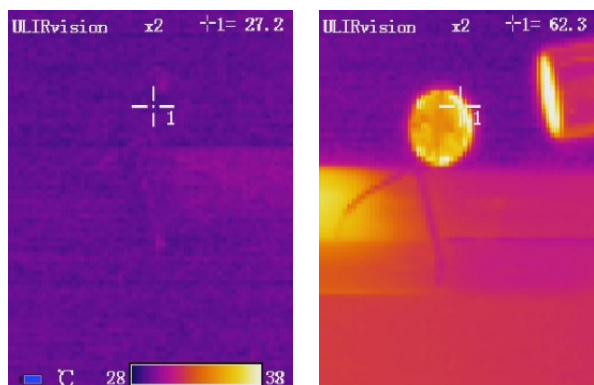
$$\epsilon_r' = \frac{C_p}{C_0}, \quad (1)$$

$$\epsilon_r'' = \frac{1}{R_p \omega C_0}, \quad (2)$$

gde je C_0 kapacitivnost iste strukture ali bez uzorka između ploča, u vakuumu, a ω kružna učestanost primenjenog polja. Kapacitivnost C_0 između paralelnih ploča površine A i rastojanja d definiše se kao:

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d}, \quad (3)$$

gde je ϵ_0 dielektrična konstanta vakuuma i jednaka je 8.85×10^{-12} pF/cm [5].



Slika 3. Primeri očitavanja temperature uzorka sa ekrana infracrvene kamere

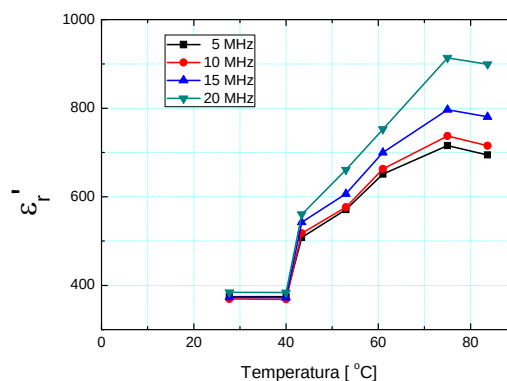
Kako je fokus ovog rada na ispitivanju zavisnosti dielektrične konstante od temperature, merenja su izvršena na različitim temperaturama. Uzorak, tj. tableta, je zagrevana pomoću izvora toplog vazduha koji ima mogućnost preciznog podešavanja temperature, a tačna temperatura na uzorku je očitavana korišćenjem infracrvene kamere, **SI.3**. Kompletan merni set je prikazan na slici **SI.4**.



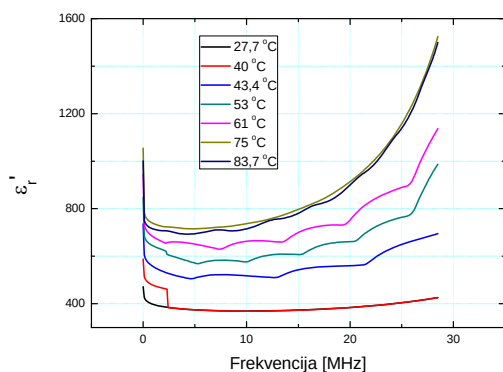
Slika 4. Oprema korišćena prilikom merenja

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Na **SI.5**, prikazana je zavisnost realnog dela merene relativne dielektrične konstante uzorka u funkciji temperature za četiri različite vrednosti frekvencije primenjenog polja (5, 10, 15 i 20 MHz). Sa ovog grafika se može uočiti značajno povećanje vrednosti realnog dela dielektrične konstante sa povećanjem temperature. Takođe se na grafiku uočava da vrednost ϵ_r' dostiže svoj maksimum na intervalu od 70° do 80° C. Ovakvo ponašanje je tipično za relaksorske feroelektrike, a posledica je postojanja relaksacionog faznog prelaza, za koji su karakteristični difuzioni, disperzni dielektrični maksimumi [1]. Na temperaturi koja odgovara maksimumu realnog dela dielektrične konstante dolazi do prelaza iz feroelektrične u paraelektričnu fazu [4].



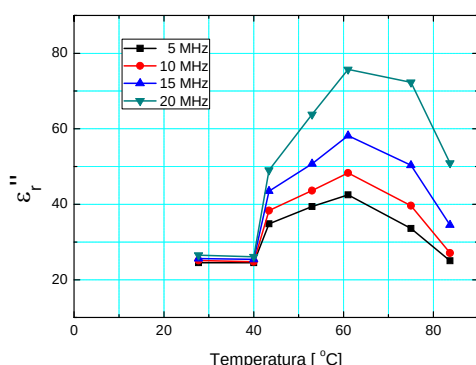
Slika 5. Zavisnost realnog dela dielektrične konstante od temperature



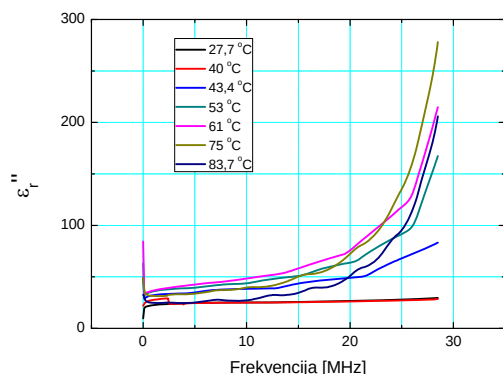
Slika 6. Zavisnost realnog dela dielektrične konstante od frekvencije

Na **Sl.6.** prikazana je zavisnost realnog dela merene dielektrične konstante u funkciji frekvencije primenjenog polja za različite temperature. Primetno je da kako se povećava frekvencija, povećava se i pomenuta zavisnost. Takođe, na višim temperaturama je ova zavisnost izraženija.

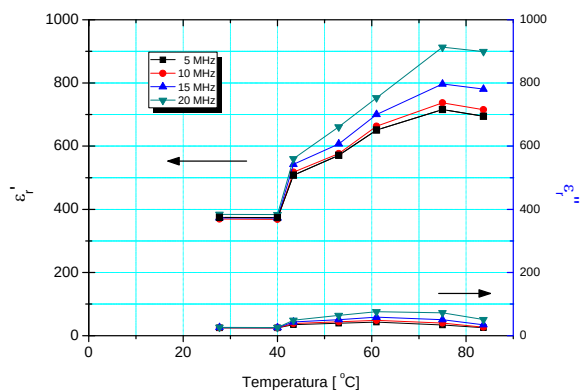
Na **Sl.7.** i **Sl.8.** prikazani su grafici zavisnosti imaginarnog dela merene dielektrične konstante u funkciji temperature i frekvencije, respektivno. Može se uočiti da je na višim temperaturama veća i vrednost ϵ_r'' i da se maksimalna vrednost ϵ_r'' dostiže na intervalu od 60° do 80° C. Sa **Sl.9.** se vidi da realni deo dielektrične konstante u daleko većoj meri zavisi od temperature u poređenju sa imaginarnim delom.



Slika 7. Zavisnost imaginarnog dela dielektrične konstante od temperature



Slika 8. Zavisnost imaginarnog dela dielektrične konstante od frekvencije



Slika 9. Zavisnost realnog i imaginarnog dela dielektrične konstante od temperature

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana su merenja realnog i imaginarnog dela dielektrične konstante pripremljenog uzorka barijum bizmut titanata. Prikazani su grafici koji pokazuju zavisnost dielektrične konstante u funkcijama temperature i frekvencije. Dobijeni rezultati pokazuju da je barijum bizmut titanat pogodan kao temperaturno osetljivi materijal za temperaturne senzore, ali da bi se takvi senzori mogli koristiti samo za određeni temperaturni opseg. Taj temperaturni opseg bi odgovarao najlinearnijem delu karakteristike koja predstavlja zavisnost dielektrične konstante u funkciji temperature. U nastavku ovog istraživanja planirano je da se navedeni materijal u formi filma nanese na LC senzor i da se meri temperatura, bežičnim senzorom. U takvom senzoru, promena vrednosti dielektrične konstante sa temperaturom imala bi za posledicu promenu rezonantne frekvencije LC kola, što bi bilo moguće očitati bežičnom metodom.

ZAHVALNOST

Autor ovog rada se zahvaljuje Bojani Mojić sa Katedre za inženjersvo materijala, Tehnološki fakultet, Novi Sad, na pomoći pri sintezi uzoraka.

6. LITERATURA

- [1] S. Marković, *Sinteza i karakterizacija BaTi_{1-x}Sn_xO₃ prahova i višeslojnih keramičkih materijala*, Doktorska disertacija, Beograd 2008.
- [2] C. Miranda, M.E.V. Costa, M. Avdeev, A.L. Kholkin, J.L. Baptista, *Relaxor properties of Ba-based layered perovskites*, Journal of the European Ceramic Society, vol. 21, pp. 1303-1306, 2001.
- [3] X.S. Gao, J.M. Xue, Y. Ting, Z.X. Shen, J. Wang, *Dielectric behaviors and phase separation in Pb(Ni_{1/2}W_{1/2})O₃-PbTiO₃*, Ceramics International, vol. 30, pp. 1361-1364, 2004.
- [4] F. Bahri, H. Khemakhem, A. Simonb, R. Von Der Mühl, J. Ravez, *Dielectric and pyroelectric studies on the Ba_{1-3a}Bi_{2a}TiO₃ classical and relaxor ferroelectric ceramics*, Solid State Sciences, vol. 5, no. 9, pp. 1235-1238, 2003.
- [5] G. Stojanović, V. Srdić, M. Maletin, *Electrical properties of yttrium-doped Zn and Ni-Zn ferrites*,

Physica Status Solidi (a), vol. 205, no. 10, pp. 2464–2468, 2008.

Kratka biografija:



Katarina Cvejin rođena je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad odbranila je 2011. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroelektronika.

**PROJEKTOVANJE LOGIČKIH FUNKCIJA U DINAMIČKOJ LOGICI U
STANDARDNOJ 0.30 μm CMOS TEHNOLOGIJI****DESIGNING LOGICAL FUNCTIONS IN THE DYNAMIC LOGIC IN A STANDARD
0.30 μm CMOS TECHNOLOGY**

Andrej Boršoš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazano projektovanje logičkih funkcija u dinamičkoj logici. Dinamička kola karakteriše velika brzina rada. Međutim, pri nižim frekvencijama dolaze do izražaja paraziti efekti koji utiču na stanje izlaza. U ovom radu je razmatrano moguće poboljšanje dinamičkih kola korišćenjem tzv. kiper tranzistora. Upoređena su osnovna dinamička kola (inverter i troulazno NILI kolo) sa poboljšanim kolima koja sadrže kiper tranzistore. Korišćenjem programskog paketa Cadence analizirana su troulazna NILI kola sa različitim geometrijskim parametrima. Širina PMOS kiper tranzistora je menjana u opsegu od 2.1 μm do 2.7 μm . Predložena su odgovarajuća rešenja za problem degradacije naponskog nivoa izlaznog signala.

Abstract – This paper presents a design of logical function in a dynamic logic. Dynamic circuits are characterized with high speed. However, at lower frequencies the parasitic effects affect the output state. This paper discusses the possible improvements of dynamic circuits using keeper transistors. Simple dynamic logic gates (inverter and three-input NOR gate – NOR3) with and without keeper transistor are compared. NOR3 circuit is analyzed using Cadence software by changing width of PMOS keeper transistor in the range from 2.1 μm to 2.7 μm . Possible solutions for output voltage degradation are proposed.

Ključne reči: Dinamička CMOS logika, Keeper tranzistori, standardna 0.35 μm tehnologija

1. UVOD

Standardne komplementarne statičke CMOS kapije su veoma pouzdane i imune na smetnje, ali nemaju uvek i veliku brzinu rada. Korišćenjem dinamičke CMOS logike može se smanjiti broj neophodnih tranzistora prilikom implementacije funkcije, čime se smanjuje kapacitivno opterećenje i povećava brzina rada u odnosu na komplementarna statička CMOS kola [1].

Dinamička kola su postala neophodna za projektovanje kompaktnih kola za visoke brzine, kao što su smart kartice [2], množači [3], baferi [4], memorije itd.

Dinamička CMOS logička kola sadrže pull-down mrežu (PDN mrežu) sastavljenu od odgovarajućeg broja NMOS tranzistora (za svaki ulazni signal potreban je po jedan

NMOS tranzistor) i još dva tranzistora koje kontroliše takti signal. Za razliku od dinamičkog kola sa N ulaza, za čiju realizaciju je neophodno $N+2$ tranzistora, komplementarno statičko N -ulazno CMOS logičko kolo sadrži $2N$ tranzistora (tj. za kolo sa N ulaza neophodno je N PMOS tranzistora u pull-up mreži (PUN) i N NMOS u PUN mreži), tako da dinamičko kolo ima manje parazitne kapacitivnosti i, što je veoma značajno, smanjenu površinu kola u odnosu na statičko CMOS kolo.

Međutim, postoje i nedostaci koji karakterišu dinamička CMOS kola. Najpre, osnovne verzije dinamičkih kola ne mogu lako da se povezuju u lanac. Ako dinamički sklop (npr. „Domino” kolo) treba da bude povezan u lanac, mora se postaviti statički inverter između svakog stepena. Drugi problem je snaga taktnog CLK signala. Kako je kapacitivnost CLK ulaza velika, kao i frekvencija rada, i potrošnja struje CLK signala će biti veoma velika [5].

Dinamička CMOS logička kola imaju široku primenu u VLSI čipovima, jer omogućavaju postizanje visokih performansi sistema (povećanje brzine rada, smanjenje površine kola, smanjen broj tranzistora za realizaciju funkcije, čime je i ukupna parazitna kapacitivnost C_L je manja). Dodatno, u dinamičkim kolima se ne mogu pojaviti dinamički hazardi [6].

Međutim, dinamičke CMOS kapije su manje otporne na smetnje od statičkih CMOS kapija. Osnovni nedostaci dinamičkih kola se često odnose na njihovu relativno lošu marginu smetnji. Naponski prag provođenja dinamičkih CMOS kapija, definisan kao nivo ulaznog napona na kome kapija menja stanje izlaza, je obično prag provođenja tranzistora. Radi poređenja, uzima se da je naponski prag provođenja statičkih CMOS kapija obično oko polovine napona napajanja.

U ovom radu je prikazana moguća realizacija troulaznog NILI kola u dinamičkoj CMOS logici. Predložen je način za poboljšanje performansi kola, koji se zasniva na dodavanju pull-up PMOS tranzistora, tzv. kiper tranzistora (*keeper*). Obradene su i poboljšane verzije troulaznog NILI kola u dinamičkoj logici sa kiper tranzistorom koje je predložio Anis [6]. Za realizaciju i analizu kola korišćen je programski paket *Cadence*.

2. PROJEKTOVANJE DINAMIČKIH CMOS KOLA

Sva kola, uključujući i simulacije, prikazana u ovom radu su projektovana korišćenjem programskog paketa *Cadence*. Programski paket *Cadence* se koristi za automatizovano projektovanje elektronskih kola, pruža podršku svim etapama projektovanja integrisanih kola od crtanja šeme preko izrade lejauta do postprocesing simulacije. Omogućava integraciju različitih alata i

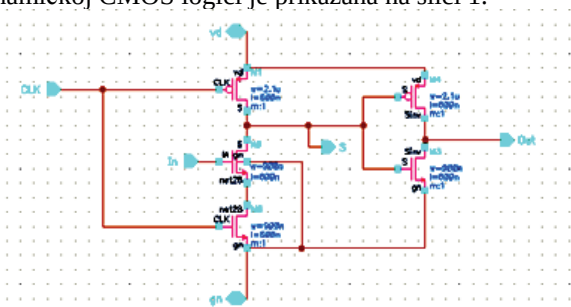
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Damjanović, vanr. prof.

izvršnih fajlova. Alati su generalni i podržavaju različite tehnologije za fabričaciju. Sve ove karakteristike čine ga jednim od najboljih programa za projektovanje digitalnih kola [7].

2.1. Invertor u dinamičkoj logici

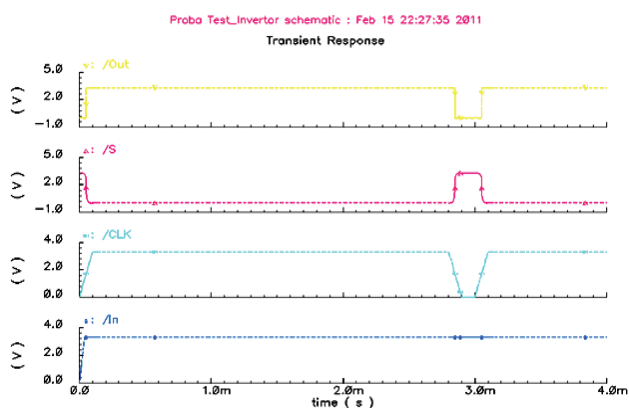
Najjednostavnije logičko kolo je invertor. Princip rada invertora u komplementarnoj CMOS logici je jednostavan. Ako se na ulaz kola dovede visok nivo signala, na izlazu se dobija nizak nivo, i obrnuto. Za rad dinamičkog kola neophodna su još dva tranzistora: PMOS tranzistor koji omogućava punjenje parazitnih kapacitivnosti C_L , u fazi punjenja (precharge) kada je $CLK=0$, i NMOS tranzistor koji omogućava pražnjenje C_L u slučaju da je PDN mreža uključena u fazi evaluacije (evaluate), kada je $CLK=1$. U slučaju dinamičke logike, komplementarnost ulaza i izlaza važi samo u trenucima evaluacije, kada je taktni signal $CLK=1$. Šema invertora u dinamičkoj CMOS logici je prikazana na slici 1.



Slika 1 Šema invertora u dinamičkoj CMOS logici, na čiji izlaz je priključen statički CMOS invertor

U intervalu evaluacije, kada je $CLK=1$, a na ulazu visok signal, $In=1$, očekuje se da izlazni signal S opadne na nisku vrednost, jer su oba NMOS tranzistora provodna. Da bi se sačuvala informacija o stanju izlaza u parazitnim kapacitivnostima (tačka S), pri povezivanju više dinamičkih kola u lanac, neophodno ih je razdvojiti statičkim kolima.

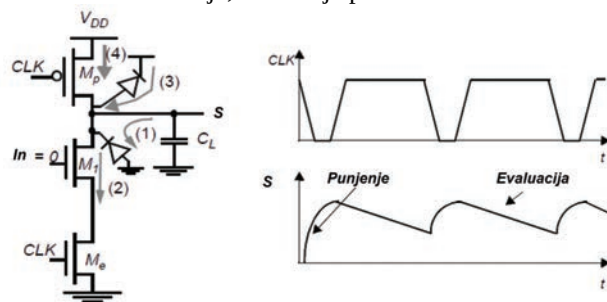
Zbog toga je na izlaz je dinamičkog invertora priključen statički invertor (slika 1)



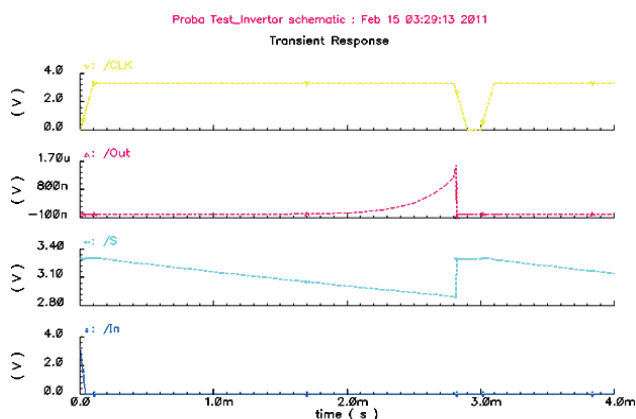
Slika 2 Vremenski dijagrami signala In , CLK , S i Out , za slučaj kada je $In=1$

Vremenski dijagrami signala dinamičkog invertora za slučaj kada je na ulazu signal $In=1$ prikazani su na **slici 2**. Za slučaj kada je na ulazu $In=0$, u tački S se formira visoko stanje, dok je na izlazu $Out=0$. Međutim, usled postojanja struja curenja pri naponu ispod praga provođenja (sub-threshold voltage), kondenzator C_L se

prazni kroz kroz inverzno polarisanu diodu mosfeta M_1 , tokom faze evaluacije, kao što je prikazano na **slici 3**.



Slika 3 a) Dinamički CMOS invertor i b) prikaz degradacije izlaznog napona u fazi evaluacije



Slika 4 Vremenski dijagrami signala In , CLK , S i Out , za slučaj kada je $In=0$, $T_{CLK}=3$ ms

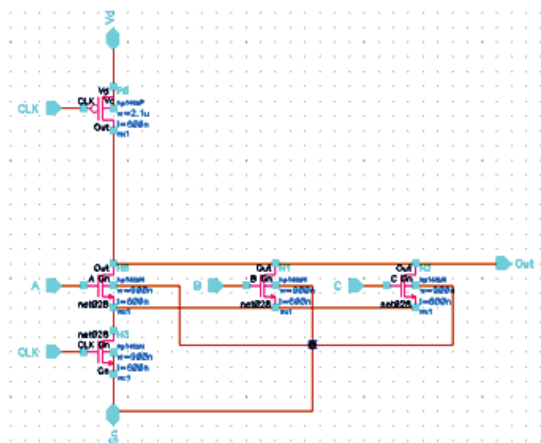
Upravo zbog postepenog pražnjenja kapacitivnosti C_L , u kojoj se čuva informacija o stanju izlaza Out , dinamička kola mogu da rade ispravno samo u kolima koja imaju frekvenciju rada veću od minimalne potrebne, koja je obično reda nekoliko kHz. Dakle, dinamička kola se ne mogu koristiti za „spore” uređaje kao što su satevi ili procesori gde ne postoji minimalna garantovana frekvencija takta.

Dodatno, treba primetiti da i PMOS tranzistor M_p ima struju kroz inverzno polarisan PN spoj i struju curenja pri naponu ispod praga provođenja. Ove struje, donekle, smanjuju uticaj struja curenja kroz PDN mrežu, i izlazni napon bi bio određen naponskim razdelnikom, koga čine otpornosti PUN i PDN [8].

Degradacija visoke vrednosti izlaznog signala dinamičkog invertora za duže periode takta ($T_{CLK}=3$ ms) u fazi evaluacije prikazana je na **slici 4**. Informacija koja se čuva u tački S će početi da se gubi usled struja curenja, i signal S eksponencijalno opada sa 3.30 V na 2.92 V. Ova promena je veća nego za slučaj kada je trajanje taktnog impulsa bilo 2 ms.

2.2 NILI kolo u dinamičkoj CMOS logici

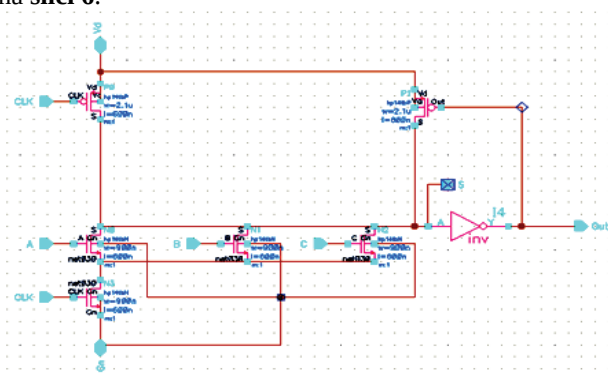
Troulazno NILI kolo u dinamičkoj logici prikazano je na **slici 5**. PDN mrežu, koja obavlja NILI operaciju čine tri paralelno vezana NMOS tranzistora, na koje se dovode ulazni signali A , B i C .



Slika 5 Šema troulažnog NILI kola u dinamičkoj logici

2.3. Dinamičko CMOS kolo sa kiper tranzistorom

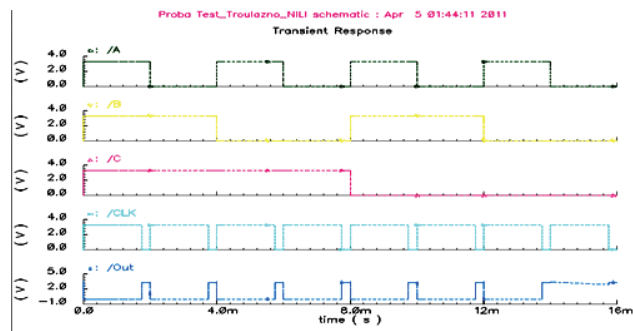
Struje curenja tokom faze evaluacije mogu se smanjiti dodavanjem pull-up PMOS tranzistora (tzv. kiper tranzistor), slično kao kod pseudo-NMOS kola (gejt PMOS tranzistora na masi). Jedina uloga PMOS tranzistora je da kompenzuje gubitak naelektrisanja kroz PDN mrežu. Da bi se izbegao problem sa odnosom dimenzija tranzistora i snagom potrošnje, ovaj PMOS je obično mali. Time se omogućava snažnoj pull-down mreži da spusti napon V_{OUT} dovoljno ispod praga provođenja. Međutim, da bi se smanjila statička disipacija, dinamičkom kolu se češće dodaje PMOS sa invertorom i povratnom spregom [8], kao što je prikazano na slici 6.



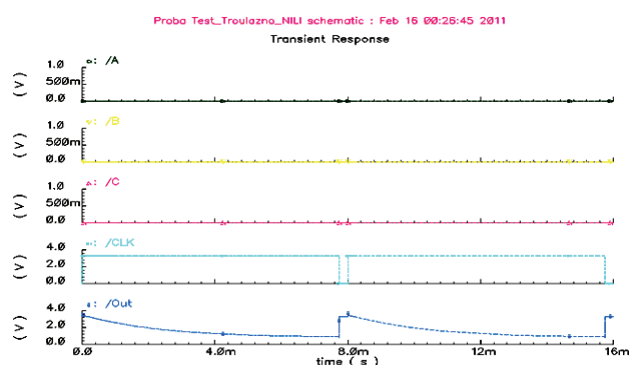
Slika 6 Šema dinamičkog troulažnog CMOS NILI kola sa kiper PMOS tranzistorom, invertorom i povratnom spregom (preko koje seupravlja radom kiper tranzistora)

3. ANALIZA RADA LOGIČKIH KOLA U DINAMIČKOJ CMOS LOGICI

Princip rada dinamičkih logičkih kola je sličan kao što je prethodno prikazano na najjednostavnijem logičkom kolu, invertoru. Posmatrajmo troulažno NILI dinamičko kolo, sa ulazima A, B i C. Ako je barem jedan od ulaza visok, PDN mreža će biti aktivna u fazi evaluacije, i izlaz Out će biti nizak (slika 7). Ako je na ulazima kombinacija $A=B=C=0$, izlazni signal Out će zadržati visoko stanje u fazi evaluacije, jer neće biti provodne putanje kroz PDN mrežu kojom bi se parazitarne kapacitivnosti C_L ispraznile. Povećanjem periode taktnog signala T_{CLK} i/ili smanjivanjem C_L , degradacija izlaznog signala će doći do izražaja, kao što je prikazano na slici 8. Izlaz Out će eksponencijalno opasti do 1 V.



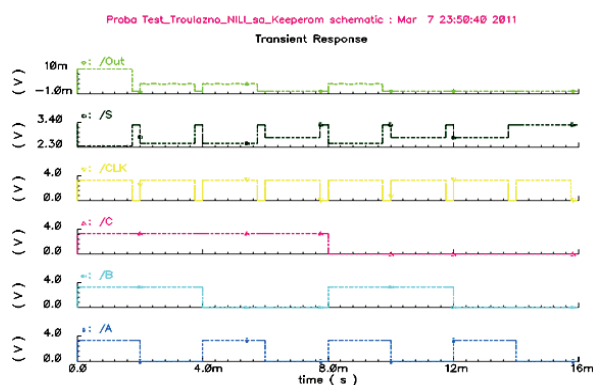
Slika 7 Vremenski dijagrami signala troulažnog NILI kola u dinamičkoj logici, za sve moguće kombinacije ulaznih signala ($T_{CLK}=2\text{ ms}$, $C_L=25\text{ fF}$)



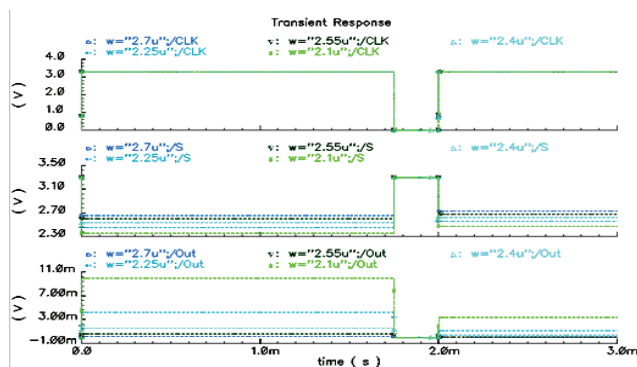
Slika 8 Vremenski dijagrami signala troulažnog NILI kola u dinamičkoj logici za slučaj kada su svi ulazni signali na niskom nivou ($T_{CLK}=8\text{ ms}$, $C_L=1\text{ fF}$)

Da bi se sprečila degradacije izlaznog signala, može se koristiti kolo sa kiper tranzistorom, prikazano na slici 6. U ovom slučaju nema eksponencijalnog opadanja izlaznog signala karakterističnog za osnovnu varijantu troulažnog dinamičkog kola, ali dolazi do opadanja visokog nivoa, kao u slučaju odnosne logike. Vrednost izlaznog napona će biti određena odnosom otpornosti PMOS kiper tranzistora i ekvivalentnom otpornošću PDN mreže, kao što je prikazano na slici 9.

Dakle, dodavanje kiperu je eliminisalo pražnjenje parazitarne kapacitivnosti C_L i degradacije visoke vrednosti izlaznog napona više nema.



Slika 9 Vremenski dijagrami signala troulažnog NILI kola sa dodatim kiperom u dinamičkoj logici (za sve moguće kombinacije ulaznih signala) za ($T_{CLK}=2\text{ ms}$, $C_L=25\text{ fF}$)



Slika 10 Vremenski dijagrami signala S i Out za kombinaciju $A=B=C=0$, za različite širine kanala kiper tranzistora $W = 2.1 \mu\text{m}$ do $2.7 \mu\text{m}$, za $L = 0.35 \mu\text{m}$.

Promenom širine kiper PMOS tranzistora, javljaju se promene u izlaznim signalima, kako signala S tako i izlaznog signala posle dodatnog invertora Out. Sa slike 10 se vidi da se sa promenom širine kiper tranzistora od $2.1 \mu\text{m}$ do $2.7 \mu\text{m}$ postiže povećanje napona u tački S od 2.175 V do 2.775 V , smanjuje njegova ekvivalentna otpornost, čime se izlazni napon povećava i obezbeđuje se bolje držanje napona u tački S.

Optimalno rešenje bi predstavljalo trouzno NILI kolo sa kiper tranzistorom i povratnom spregom. Ovo kolo ima smanjenu statičku disipaciju a nije komplikovano, niti zauzima veliku površinu kao kolo sa HS (high-speed) kiperom sa povratnom spregom. Poređenje ove dve konfiguracije je dato u tabeli 1.

Tabela 1. Poređenje karakteristika dinamičkog NILI kola sa kiperom, i kola sa HS kiperom i povratnom spregom

	Kiper	HS kiper
Površina	$1,26 [\mu\text{m}]^2$	$6,66 [\mu\text{m}]^2$
Put signala	Jedan PMOS	4 puta duži put

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je projektovanje i analiza rada trouzalnog NILI kola u dinamičkoj logici korišćenjem programskog paketa Cadence. U radu je upoređeno osnovno dinamičko kolo sa poboljšanim verzijama. Analizirana su trouzla NILI kola sa i bez kiper tranzistora kao i kola sa uvek uključenim kiperom, sa kiperom sa povratnom spregom i HS kiper sa povratnom spregom.

Na osnovu rezultat simulacije može se zaključiti da kola bez kiper tranzistora nemaju dovoljno držanje nivoa u dinamičkom čvoru što rezultuje u neispravnom radu kola. Takođe, kolo sa uvek uključenim kiperom ima veću statičku disipaciju u odnosu na kolo sa kiperom sa povratnom spregom.

Osnovni nedostatak dinamičkog dizajna, pražnjenje kondenzatora C_L , se može eliminisati dodavanjem pull-up PMOS kiper tranzistora. Svrha pull-up PMOS tranzistora (kipera) je smanjivanje struja curenja tokom faze evaluacije, slično kao kod pseudo-NMOS kola. Drugim rečima, kompenzuje se gubitak naelektrisanja iz C_L . Njegova jedina uloga je da kompenzuje gubitak naelektrisanja kroz putanju pull-down mreže.

Da bi se izbegao problem sa odnosom dimenzija tranzistora i snagom potrošnje, ovaj PMOS je obično mali. Time se omogućava snažnoj pull-down mreži da spusti napon V_{OUT} dovoljno ispod praga provođenja. Invertor i povratna sprega mogu da budu dodati, zbog smanjivanja statičke disipacije snage (inače je gej PMOS tranzistora na masi).

5. LITERATURA

- [1] A.J. McAuley: "Dynamic asynchronous logic for high-speed CMOS systems", *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, Vol. 27, No. 3, pp. 383-388, 1992.
- [2] Monteiro, C.; Takahashi, Y.; Sekine, T.: "Resistance against power analysis attacks on adiabatic dynamic and adiabatic differential logics for smart card", *International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communications Systems (ISPACS)*, pp. 1 – 5, 2011.
- [3] Hoyer, G.N. ; Sechen, C.: A locally-clocked dynamic logic serial/parallel multiplier", *Proceedings of the IEEE 2000 Custom Integrated Circuits Conference, CICC*, pp. 481 – 484, 2002.
- [4] Fang Tang; Ke Zhu; Quan Gan; JianGuo Tang: "Low-noise and power dynamic logic circuit design based on semi-dynamic buffer", *2nd International Conference on Anti-counterfeiting, Security and Identification, ASID 2008*, pp. 320–323, 2008, DOI: 10.1109/IWASID.2008.4688424.
- [5] Chaji, G.R. Fakhraie, S.M.; Smith, K.C.: "Pseudo dynamic logic (SDL): a high-speed and low-power dynamic logic family", *IEEE International Symposium on Circuits and Systems, ISCAS 2002*, Vol. 3, pp. III-245 - III-248, 2002.
- [6] Li Ding, P. Mazumder: "On circuit techniques to improve noise immunity of CMOS dynamic logic", *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, Vol. 12, No. 9, pp. 910-925, Sept. 2004.
- [7] Antonio J. Lopez Martin: „Cadence Design Environment”, Klipsch School of Electrical and Computer Engineering, New Mexico State University, October 2002
- [8] Dr Mirjana Damjanović: „Računarsko projektovanje digitalnih integrisanih kola“, skripta, FTN, Novi Sad, poglavlje 3, pp. 77-84, 2010.
- [9] E. Brunvand: "Digital VLSI Chip Design with Cadence and Synopsys CAD Tools", Univ. of Utah, April 2007

Kratka biografija:



Andrej Boršoš rođen je u Novom Sadu 1984. godine. Diplomski-master rad je odbranio 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Računarsko projektovanje digitalnih integrisanih kola.

EKSPLOATACIJA I ODRŽAVANJE CENTRALNIH I TRANSPORTNIH MREŽA

OPERATION AND MAINTENANCE OF CORE AND TRANSPORT NETWORKS

Branko Točević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - U radu je opisana eksploatacija i održavanje centralnih i transportnih mreža preduzeća Telekom Srbija. U odeljku centralnih mreža opisana je digitalna centrala Alcatel 1000 E10, ADSL, DSLAM, MSAN, HUAWEI UA 5000. U odeljku transportna mreža opisana je magistralna optička mreža, DWDM uređaj SURPASS hit 7500, Alcatel 1626LM, proširenje optičkog regionalnog prstena OR17, primer iskorišćenja optičkog kabla ZA-NE, postavljanje optičkog kabla TO SM 03 kao i NERA SDH radio mreža u sistemima prenosa.

Abstract - This paper describes the operating and maintenance of the Telekom Serbia network. The section 2 describes the core network digital switch Alcatel 1000 E10, ADSL, DSLAM, MSAN, HUAWEI UA 5000. The section 3 describes main optical networks, DWDM device SURPASS hit 7500, Alcatel 1626LM, expansion of regional fiber optic ring OR17, an example of utilization of fiber optic cable ZA-NE, setting TO SM fiber optic cable 03 and NERA SDH radio network transmission systems.

Ključne reči: Centralna mreža, transportna mreža, Alcatel 1000 E10, ADSL, DSLAM, MSAN, HUAWEI UA 5000, DWDM, SURPASS hit 7500, Alcatel 1626LM, TO SM 03, NERA SDH radio network.

1. UVOD

Centralne i transportne mreže omogućavaju obradu i prenos podataka i glasa koji imaju za cilj realizaciju svih telekomunikacionih usluga koje pruža Telekom Srbija. Digitalizacija fiksne telefonije urađena je sistemom Alcatel 1000 E10. Pristupne mreže projektovane su širokopojasnim DSL kablovima. Pretplatnicima fiksne telefonije internet je obezbeđen preko DSLAM-a ili MSAN uređaja. Sve veća potreba za aplikacijama velikog protoka prouzrokovala je uvođenje optičke mreže. U radu je razmatrana magistralna i regionalna optička mreža sa DWDM uređajima SURPASS hit 7500 i Alcatel 1626LM. Navedene su šeme optičkih prstena, blokovi šema oprema po stanicama, planovi i primeri iskorišćenja, specifikacije i merenja kablova, izgled uređaja i sistema.

2. EKSPLOATACIJA I ODRŽAVANJE CENTRALNE MREŽE

Alcatel 1000 E10 je digitalni sistem sa programskim upra-

vljanjem, koji je pored sistema EWSD deo digitalizacije naše TK mreže. Čine ga tri nezavisna podsistema:

1. Komutaciono-upravljački podsystem, koji omogućava uspostavljanje veze i obradu poziva.
2. Digitalni pretplatnički podsystem, koji služi za priključenje i prilagođenje analognih i digitalnih pretplatničkih jedinica.
3. Podsystem održavanja i administracije.

Podsistemi su međusobno spregnuti digitalnim vodovima protoka 2Mb/s. Na sistem se vezuju i digitalni vodovi od drugih komutacionih sistema u okviru telefonske mreže, mreže signalizacije CCS7 itd.

Početni kapacitet GC2 Zaječar-Alcatel 1000 E10 je 9524 pretplnika (analognih+digitalnih) i 5400 prenosnika. Predviđena su i 4 udaljena modula: CSND Rgotina (u radu), CSND Veliki Izvor, CSND Grljan i CSND Vražogrnac, kao i udaljeni koncentrator CNE Zvezdan (u radu).

2.1 DSL kablovi u pristupnim mrežama

U poslednjoj deceniji, inteziviranje potrebe poslovnih i rezidencijalnih korisnika za širokopojasnim uslugama od strane telekom operatera, uticao je i na promene kod pristupa izgradnje pretplatničkih mreža. Novi servisi zahtevaju sve veću brzinu prenosa podataka i eksploataciju parica za širi propusni opseg od NF (0.3-3.4) KHz koji se ostvaruje po paricama postojeće pretplatničke mreže izgrađene sa NF kablovima. Informacije preko Interneta, kupovina, učenje na daljinu, rad na daljinu, video na zahtev, TV prenos, itd. upućuju na značaj širokopojasnih servisa. Filozofija širokopojasne pristupne mreže bazirana je na činjenici da cela pretplatnička linija, od uređaja u centrali (xDSL modul) do pretplatničkog uređaja (ADSL modem/ruter), treba da ima što uniformnije električne parametre (homogen vod). Pretplatničku petlju, pored glavnih i distributivnih DSL kablova, čine i kablovi u centralama odnosno instalacioni kablovi. Finansijski interes odnosno tržište nameću potrebu saradnje, Nacionalnog operatera i proizvođača kablova, za neprestanim razvojem novih DSL kablova.

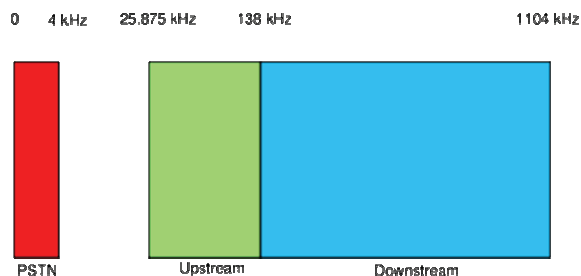
2.2 ADSL

ADSL je skraćenica od Asymmetric Digital Subscriber Line, tj. u doslovnom prevodu asimetrična digitalna pretplatnička linija. To je u suštini tehnologija koja omogućava da se preko postojeće bakarne telefonske linije pored govora uporedo nezavisno prenose i podaci. Za govor je i dalje rezervisan opseg od 0 do 4kHz jer je to ono što ljudsko uho može da čuje, a za prenos podataka se koristi opseg viših frekvencija, tačnije dva odvojena

NAPOMENA

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

opsega, jedan manji za upstream, tj. prenos podataka od korisnika ka internetu, i veći opseg za downstream, tj. prenos podataka od interneta ka korisniku kao što je prikazano na slici 1. Budući da se za prenos podataka koriste dva nezavisna i nejednaka opsega jasno je zašto se koristi reč asimetričan. ADSL je samo jedna varijanta iz skupine DSL tehnologija.



Slika 1 Raspored prenosa podataka i glasa po frekvenciji

2.2 MSAN

MSAN je skraćenica od MultiService Access Node tj. multiservisni pristupni čvor. On služi da se na ploče koje su u njemu, fizički zakače pretplatničke linije tj. pretplatniku obezbedi telefonski priključak. Skraćenica POTS (Plain Old Telephone Service) se koristi da označi standardne analogne telefonske priključke. Ako MSAN poseduje samo ploče za POTS-ove i ISDN pretplatnike onda se on donekle može smatrati kao neka vrsta udaljenog stepena centrale. Međutim, u MSAN-u se mogu nalaziti i ADSL ploče koje pretplatnicima omogućavaju korišćenje interneta.



Slika 2 Izgled MSAN uređaja

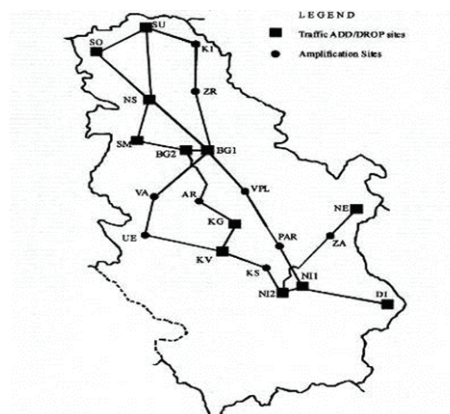
Usvajanje ovih tehnologija vodi ka konvergenciji mobilne i fiksne telefonije, smanjenju ukupne cene izgradnje, a bežična pristupna mreže se može planirati za pokrivanje širokih teritorija koje mogu obuhvatati i uža gradska jezgra i ruralna područja.

3. EKSPLOATACIJA I ODRŽAVANJE TRANSPORTNE MREŽE

Osnovni razlozi za uvođenje magistralne optičke transportne mreže:

- Sve veća potreba za aplikacijama (klijentskim signalima) velikog protoka.
- Transparentnost servisa – transparentnost prenosa klijentskih signala velikog protoka.

- Neophodnost izgradnje fleksibilne i održive mreže.
- Efikasno upravljanje kapacitetom i brzo obezbeđivanje servisa.



Slika 3 Izgled magistralne optičke mreže (topologija mreže)

3.1 SURPASS HIT 7500



Slika 4 Izgled DWDM SURPASS hit 7500

DWDM platforma koja je nastala spajanjem proizvoda SURPASS hit 7550 (prethodno zvanog TransXpress Infinity MTS2) i SURPASS hit 7540 (prethodno zvanog TransXpress OCU). U poređenju sa prethodnim verzijama uređaja SURPASS hit 7550 i SURPASS hit 7540, u SURPASS hit 7500 3.x uvedene su nove karakteristike. Sa jedne strane, nastavak podrške velikog kapaciteta. LH (Long Haul)/ULH (Ultra Long Haul) DWDM aplikacije visokih performansi sa brojem kanala do 80 i rastojanjima do 3000km:

- Fotonsko umrežavanje sa multidirekcionim OADM/WSPXC
- Automatska detekcija porta za MUX/OCU
- Potiskivanje alarma za MTS/OCU unutar složenog elementa mreže (Compound Networking Element, CNE)
- Novi 10G transponder OCR10T V5 koji podržava ULH domet, poboljšanu toleranciju CD/PMD i 10GbE LAN PHY klijentski interfejs,
- Integrisani OCP u DWDM podram

- Optimizovana kontinualna kontrola linka (Continuous Link Control) i brže dodavanje kanala korišćenjem OPAP kartice
- Brža kontrola pojačanja sa kombinovanom analognom i DSP kontrolom, za postizanje brze kontrole prelaznih stanja
- Podrška CNE (transponderi i DWDM sistem u jednom NE) sa Agent/Subagent konceptom
- Integracija 40G
- OTN interworking (međusobni rad po OTN standardima) sa nadgledanjem puta od kraja do kraja

Sa druge strane, imamo najekonomičniji raspoloživi sistem koji zadovoljava tehničke zahteve operatora regionalnih mreža sa umerenim rastojanjima i umerenim brojem kanala:

- Ekonomično optimalno rešenje za mali broj kanala
- Fiksni OADMB
- Nepotpuno opremljeni ili mešoviti SFP na pritokama TEX
- Osnovna kontrola linka (Basic Link Control)
- Slim EDFA sa jednom pumpom

I dalje se usavršava platforma koja je već pripremljena za All Optical Networks. Sa platformom SURPASS hit 7500 ne slede se trendovi, već se postavljaju. Fleksibilnost, skalabilnost i modularnost SURPASS hit 7500 čine ga jednim od najkompaktnijih i najjačih DWDM sistema za današnje i sutrašnje zahteve za kapacitetom. SURPASS hit 7500 nudi skalabilni kapacitet od 160 10Gbit/s kanala u C i L opsegu. U trenutnoj realizaciji podržano je 80 kanala u C opsegu. Naredna povećanja se mogu postići nadogradnjom sistema na 80 kanala sa 40Gbit/s, pružajući tako prenosni kapacitet ad 3.2Tbit/s po vlaknu. Potpuno integrisani DWDM interworking sa Siemens-ovim 10Gbit/s SDH linijskim sistemima i MSPP (MultiService Provisioning Platform) platformama iz serije SURPASS hit 70xx omogućava smanjenje broja skupih komponenta mreže. Pored toga, visoko sofisticirana rešenja transpondera i multipleksa pružaju mogućnost prihvatanja različitih tipova vendora i servisa, tj. 2.5Gbit/s i 10Gbit/s servisa, kao i IP i ATM servisa. Na taj način SURPASS hit 7500 omogućava suštinske uštede u potrebnom staničnom prostoru, OpEx-u (potrošnji energije) i troškovima nabavke opreme.

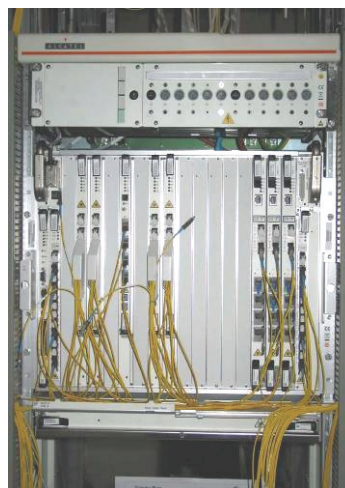
3.2 Proširenje optičkog regionalnog prstena OR17

Izgradnja optičkog regionalnog prstena OR17 je namenjena za povezivanje IP/MPLS edge rutera u Zaječaru i Boru sa IP/MPLS core ruterima u Nišu i Krivim Livadama, kao i zbog potreba ostalih korisnika čiji će TDM i data zahtevi biti realizovani preko novog STM-16 prstena R17a (NI - KRL - ZA - BO - NI) koji se realizuje preko OR17, osim na deonici Niš - Krive Livade gde se realizuje po posebnom paru vlakana.

3.3 Alcatel Lucent 1626LM

Uređaj 1626 Light Manager je nova platforma DWDM uređaja namenjenih za regionalne, nacionalne i

interkontinentalne mreže. Može se koristiti u metrocore aplikacijama (za rastojanja do nekoliko stotina kilometara), u aplikacijama za jako velika rastojanja (do 4500km) i podmorskim aplikacijama (400km). Uređaj 1626 LM dizajniran je tako da je moguće vršiti proširenje kapaciteta bez prekida postojećeg saobraćaja i na taj način se omogućava investitorima da rasporede investiciju prema realnim potrebama.



Slika 4 Izgled DWDM Alcatel Lucent 1626LM

Kabliranje opreme, merenja i spajanje optičkih kablova: kabliranje opreme vršeno je u skladu sa specifikacijama uređaja. Splajsovanje optičkih kablova izvršeno je pomoću Fujikura splicer uređaja i Fujikura CT-30 high precision cleaver a merenja uz pomoć OTDR uređaja JDSU MTS 6000.

Upoznavanje i korišćenje FIBER TRACE OFS-100 softver-a kao i OTDR modula za merenje refleksije.



Slika 5 Splajsovanje i merenje OTDR-om

3.4 Konstruktivne i optičke karakteristike kabla

TO SM 03 (8x6) x II x 0,4 X 3,5 CMAN

Oznaka kabla:

TO SM 03 (8x6)xIIxOAx3.5 CMAN G.652D

TO - telekomunikacioni kabl sa optičkim vlaknima

SM - dopunska oznaka za kabl sa monomodnim vlaknima

03 - omotač kabla od PE bez armature

8 - broj cevčica sekundarne zaštite

6 - broj optičkih vlakana u cevčici sekundarne zaštite

11 - oznaka za talasno područje 1300 nm

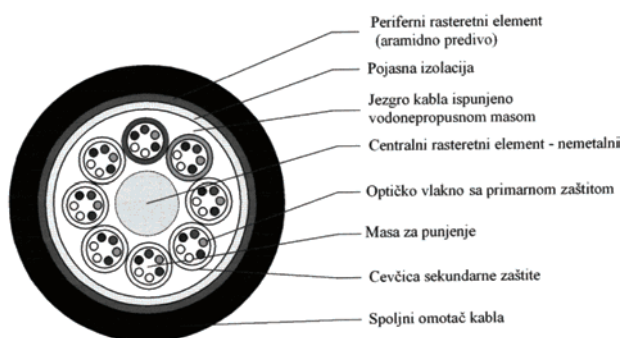
0.4 - slabljenje vlakna u dB/km

3.5 - koeficijent hromatske disperzije u ps/nm km

C - kabl sa vlaknima u cevčici

M - zaštita od prodora vlage masom na bazi petrolata

A - kabl sa aramidnim vlaknima
N - kabl bez metalnih elemenata



Slika 6 Poprečni presek optičkog kabla

3.5 NERA SDH radio mreža u sistemima prenosa

Indoor unit ETSI 600mm ili 19" rekovi:

- Zasnovan na InterLink sistemu,
- Lako proširiv,
- Do 4 primopredajnika po sistemu,
- Fleksibilna konfiguracija,
- Plug-in STM-1 interfejsi,
- 1+0 do 3+1/4+0,
- Prostorni diverzioni IF kombajner,
- Co-channel rad sa XPIC,
- Sistem za nadzor,
- Embedded IP router,
- Automatska kompenzacija kašnjenja kod sistema sa prostornim diverzitetom.



Slika 6 NERA SDH

4. ZAKLJUČAK

Centralne i transportne mreže se konstantno razvijaju i u njima se primenjuju nove tehnologije koje prate zahteve korisnika. Cilj svega jeste da se obezbedi multifunkcionalna i kvalitetna usluga. Box paketi su upravo rezultat razvoja ovih mreža i sistema, odnosno težnja da se sve usluge objedine i kao takve dođu do korisnika. Optičke mreže ne samo da imaju svoje primene u veoma brzom i velikom prenosu podataka već su od strateške važnosti za svaku zemlju jer je njihov kapacitet samo delom iskorišćen.

Telekom Srbija je velika kompanija koja ima leadersku poziciju na našem tržištu i jedna je od retkih državnih preduzeća koja posluje sa profitom. Međutim neophodna su stalna ulaganja u nove sisteme, opremu i mreže kako bi se unapredilo poslovanje i korisnicima nudile kvalitetnije i jeftinije usluge. Ukoliko dođe do zastoja u permanentnom ulaganju, Telekom će izgubiti globalnu trku sa ostalim kompanijama ove vrste.

5. LITERATURA

- [1] SIEMENS SURPASS hit 7500, 2009.
- [2] Technical Description InterLink Split-Mount, Bergen, Norway, 2009.
- [3] Pripravnički rad, Telekom Srbija, Goran Milić, 2007.
- [4] Projekat, Magistralna optička transportna mreža, Saša Jovanović, 2006.
- [5] Projekat, Proširenje regionalnog optičkog prstena, gl. projektant Stanislav Kulačin, 2008.
- [6] Knjiga tehničke evidencije, OK TTV ZAJEČAR, 2009.

Kratka biografija:



Branko Točević rođen u Zaječaru 1984. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – Telekomunikacije odbranio je 2012. godine.

UREĐAJ ZA MERENJE TEMPERATURE I VLAŽNOSTI**THE DEVICE FOR TEMPERATURE AND HUMIDITY MEASUREMENT**

Vlatko Bonić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovde je opisan uređaj koji meri temperaturu i vlažnost gasova. Pored ovih osobina on sadrži razne funkcije tokom rada od kojih su najinteresantije zvučna i svetlosna indikacija prelaska pragova temperature i vlažnosti zadatih od strane korisnika. Uređaj je namenjen da radi nezavisno od strane računara, ali može da se koristi sa njim u kombinaciji radi detaljnijih praćenja promena merenja. Rad prikazuje jedno hardversko i softversko rešenje takvog uređaja, kao i opis funkcija i kratko uputstvo za upotrebu.

Abstract – In the paper a device for temperature and humidity measurement is described. In addition to these features it contains a variety of different functions during the operation, of which the most interesting is sound and light indication of the transition temperature and humidity thresholds given by user. The device is designed to operate stand-alone, but it can be used with supervising computer for more detailed follow-up measurement.

The paper presents hardware and software details of the device, with a brief description of functions and operating instructions.

Ključne reči: Merenje temperature, Merenje relativne vlažnosti, Mikroprocesorski uređaj

1. UVOD

U svetu vlada potreba za digitalizacijom radi lakše kontrole i nadzora električnih sistema. S tom idejom stvaramo nove ali i poboljšavamo postojeće projekte i prilagođavamo ih potrebama pojedinaca koji će te uređaje da koriste na efektivan način. Uređaj za merenje temperature i vlažnosti upravo opravdava jednu takvu potrebu, a pored toga što je u pitanju prototip, može se reći da njegova funkcija predstavlja neizostavan deo svakog industrijskog postrojenja manjeg ili većeg tipa. Pošto je u pitanju merenje dveju veličina koje su danas veoma neophodne, primena se može naći u raznim drugim privrednim granama.

Uređaj UBR v1.0 je projektovan da se koristi na mestima gde vlažnost i temperatura imaju veoma bitnu ulogu npr, apoteke, silosi, staklenici. Mogućnost nadogradnje i razvijanje drugačijih verzija je široka, ali princip rada uređaja bi ostao isti.

2. RAZVOJ UREĐAJA

Da bi se pravio neki od uređaja potrebno je da se ispuni jedan od dva uslova.

Prvi uslov je da postoji realna potreba za uređajem, a drugi uslov je istraživanje i razvoj novih verzija već postojećih uređaja.

Razvoj novog uređaja se sastoji iz nekoliko koraka:

1. Potreba za tehničkim rešenjem postojećeg problema i specifikacija naručioca
2. Idejni opis rešenja,
3. Podela na hardverski i softverski deo (opcija),
4. Deljenje hardverskog i softverskog dela na njihove podsklopove, kao i veze koje vladaju među tim podsklopovima,
5. Razrada po podsklopovima,
6. Spajanje hardvera i softvera, i
7. Testiranje gotovog uređaja.

Napomena: ako se desi da uređaj ne prođe test ili se ne dobije tačno što se zahtevalo, ponovo se prolaze sve tačke razvoja kako bi se otklonile greške.

2.1. Potreba za tehničkim rešenjem postojećeg problema i specifikacija naručioca

Pri radu u industriji dolazi se do raznih problema koji se rešavaju. Neki problemi su manje prirode i rešavaju se u hodu, dok su neki značajniji problemi i mora im se posvetiti veća pažnja. Jedan od takvih problema kojima se obraća veća pažnja je i problem merenja temperature i vlažnosti u raznim privrednim granama.

Veliki problem jeste odabir odgovarajućih senzora koji u najvećoj meri zadovoljavaju potrebu krajnjeg korisnika. Nije bitno ko je proizvođač i koliko se skupo plati senzor, vremenom oni znaju da loše rade izloženi nepredviđenim uslovima i samim tim prave probleme u postrojenjima. Neophodno je pročitati dokumentaciju svakog senzora i uskladiti njegove temperaturne granice i granice vlažnosti sa najgorim mogućim uslovima koje mogu da se jave da bi obezbedili njihov normalan rad.

Pri izradi svakog novog uređaja mora se uzeti u obzir za kakav rad se on konstruiše. Prvenstveno se to odnosi na klimatske uslove ali može biti i drugih kao što je elektromagnetno zračenje. Često se dešava da naručilac proizvoda ne istakne neke od osobina koje bi njegov uređaj trebao da ima usled čega dolazi do problema, pa je neophodno razmotriti i najmanji detalj vezan za uslove korišćenja. Kada se desi problem sa radom uređaja potrebno je što pre vratiti ga u radni režim. Pored standardnog senzora koji meri temperaturu i vlažnost postoji i pomoćni senzor koji u slučaju kvara prvobitnog preuzima isključivo funkciju merenja temperature.

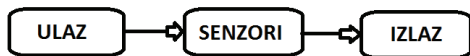
2.2. Idejni opis rešenja

Idejni opis rešenja se sastoji od toga da se ponudi proizvod koji već postoji na tržištu sa manjim modifikacijama, kako bi se prilagodio novoj nameni. Za početak treba objasniti kako se, generalno, obavlja jedno merenje. Na ulaz električnog kola se dovede izvor neke

NAPOMENA:

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

veliĉine (u ovom sluĉaju temperature i vlaŹnosti) u vidu neke vrednosti, dok se na izlazu ogleđaju rezultati testiranja. Vezu između ulaza i izlaza predstavljaju digitalni senzori (Slika 2.2.1) o kojima Će kasnije biti više reĉi



Slika 2.2.1. Blok Źema povezivanja uređaja

3. RAZVOJ HARDVERA UREĐAJA

U ovom poglavlju opisujemo fiziĉko razvijanje uređaja (hardver) ali i njegovu namenu. Pošto je uređaj UBR v1.0 namenjen da se njime upravlja iz neposredne blizine potrebno je obezbediti odgovarajući interfejs za korisnika. Za tu namenu primenjen je LED ekran sa 3 tastera SET, UP i DOWN koji se koriste za podešavanje gornjeg i donjeg temperaturnog praga kao i gornjeg i donjeg praga vlaŹnosti.

Displej je 2x16 LCD koji je preko flat kabela povezan na Źtampanu ploĉicu i 3 standardna normalno otvorena tastera. Tasteri i LCD displej su montirani na samo kućište plastiĉne kutije. Plastiĉna kutija ABS-85B bila je dovoljna da obuhvati svu elektroniku.

Elektronika je izvedena iz tri dela, ulazno-senzorski, upravljaĉki i komunikacioni. Pored upravljaĉkog dela o kome je bilo prethodno reĉi ulazno-senzorski deo se sastoji od 2 senzora:

- 1) DS18S20- merenje temperature (Slika 3.1.4.4)
- 2) SHT11-merenje temperature i vlaŹnosti (Slika 3.1.4)



Slika 3.1.4.3 SHT11



Slika 3.1.4.4 DS18S20

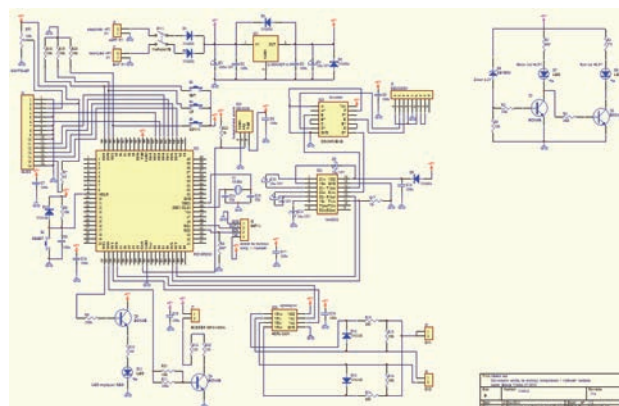
i jednog optokaplerskog kola ĉija je uloga da galvanski izoluje signale koji se dovode sa industrijskih uređaja na ulaze mikrokontrolera.

Prednost ovog uređaja se ogleda baš u upotrebi dva razliĉita senzora gde je veća verovatnoća da kad se jedan pokvari drugi radi jer nisu iste konstrukcije. Međutim ne mora da se desi da se iskljuĉivo senzor pokvari, nego usled raznih promena uslova npr. usled teranja senzora u zasićenje zbog velikog gradijenta promene temperature ili vlaŹnosti moŹe se desiti da oba senzora zablokiraju iako se nisu pokvarili. Senzori drugaĉijeg tipa daju sigurnost da se to teŹko moŹe desiti na oba senzora istovremeno.

Komunikacioni deo se sastoji od RS232 konektora, sa MAX232 16-pinskim ĉipom koji je povezan na PIC18F8520 mikrokontroler.

Posle crtanja blok dijagrama sa vezama između njih prišlo se crtanju elektriĉne Źeme (Slika 3. 2) u programskom paketu Protel 99 SE. Pri crtanju elektriĉne Źeme u mnogome se oslanjalo na Źeme mikroelektronikinih razvojnih ploĉa. Preuzeta je

kompletna Źema komunikacije preko RS232 sa MAX232 ĉipom, kao i povezivanje sa PIC18F8520 mikrokontrolerom.



Slika 3. 2 Elektriĉna Źema uređaja UBR v1.0 crtana u programu Protel 99 SE.

3.1. Razvijanje Źtampanih ploĉica

Posle izrade elektriĉne Źeme i upisivanja footprints za sve komponente, prišlo se izradi Źtampanih ploĉica (Slika 3.2.1). Dizajn ploĉica koji se radio u programu Protel 99 SE je dizajn koji u potpunosti zavisi od autora. Kada se odredi koji deo elektronike gde ide, kako uraditi raspored elementa, a da se poŹtuju neka od pravila. Neke od tih pravila su:

- 1) grupisanje otpornika na jednom mestu,
- 2) prekidaĉe, tastere, mikrokontrolere, senzore, potencijometre kao i sve konektorske komponente koje se na ploĉicu povezuju preko muških ĉeŹljeva treba pozicionirati uz same ivice ploĉice radi lakŹeg pristupa,
- 3) kondenzatore predviđene za dekaplovanje treba postaviti Źto bliŹe IC komponenti, senzoru, konektoru ali i mikrokontroleru,
- 4) takođe treba voditi raĉuna o pravilnom povezivanju komponenta (kod onih kod kojih je polaritet znaĉajan) na samu ploĉicu, imajući u obzir gde se nalazi "+" oznaka na samoj komponenti

Pravila koja se moraju ispoŹtovati su: veliĉina ploĉice, Źirina vodova na Źtampanoj ploĉici, veliĉina footprints koja odgovara datom elementu i Źirina lemnih spojeva. Kao Źto je već napisano, površina ploĉice je ograniĉena ostalim elementima iz kućiŹta. U tabeli (Tabela 3.1) su prikazane debljine vodova sa kojima su povezane komponente:

Tabela 3.1 Debljine vodova

vrste voda:	min.	max.	pref.
GND	50 mil	50 mil	50 mil
+5V	20 mil	30 mil	30 mil
ostali vodovi	20 mil	30 mil	20 mil

Vodovi GND-a se obićno uzimaju kao najdeblji iz razloga da se struja Źto lakŹe prosledi ka masi. Da bismo to obezbedili moramo zadovoljiti Omov zakon koji nalaŹe da je

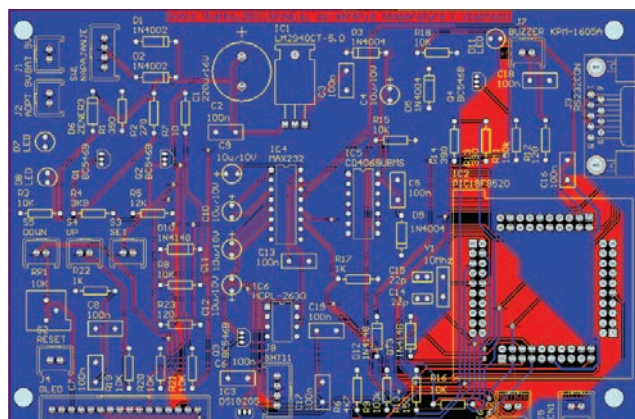
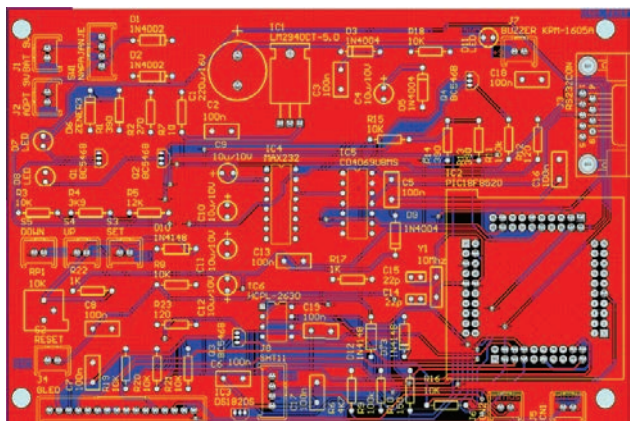
$$U = R * I, \quad (1)$$

Pri čemu je

$$R = \rho * \frac{l}{s} \quad (2)$$

Daljim proračunom dobija se:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{\rho * \frac{l}{s}} = \frac{U * s}{\rho * l} \quad (3)$$



Slika 3.2.1 Štampane pločice Toplejer (TopLayer) i Botomlejer (BottomLayer) koje su dobijene u programu Protel 99 SE.(uređaj UBRv1.0)

3.2. Električno opterećenje

Pregledom dokumentacije integralnih kola (mikrokontroler 184 mA, CD4069 7,5 uA, MAX232 10 mA, HCPL2631 50 mA), senzora DS18S20 1,5 mA, SHT11 1 mA, LCD ekrana 150 mA, i piezo zujalice (buzzer) 80 mA, ustanovilo se da je potrošnja oko 400 mA, na 5 V. Ukupno električno opterećenje je 80 mA na 9 V i 400 mA na 5 V. Adapter podešen na 9 V koji je u stanju da da 500 mA je dovoljan za rad i komunikaciju kompletnog uređaja. Dodatnu potrošnju čine i indikacione LED diode za vizuelnu indikaciju trajnosti baterije, kao i za prekoračenje temperature, a njihovo ukupno električno opterećenje je oko 5 mA na 5 V.

Kada je u pitanju napajanje uređaja ono se projektuje tako da izdrži strujno opterećenje u najgorem mogućem slučaju, a to je kada sve komponente imaju maksimalnu potrošnju. Ova maksimalna potrošnja prikazana je u datašitu (datasheet) svake komponente. Iako to možda ne predstavlja realne uslove ali kao prototip mora da ispuni strožije uslove rada od onih predviđenih u svakodnevnom korišćenju.

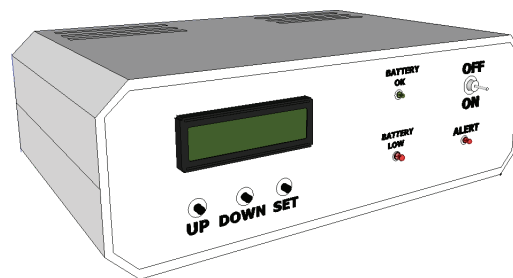
Jedno od prednosti korišćenja adaptera svakako predstavlja "električno smanjivanje šuma" - zbog toga što električni šum opada sa kvadratom rastojanja, jedan od prednosti korišćenja eksternog transformatorskog uređaja iliti adaptera je pretvaranje potencijano šumovitih AC (naizmeničnih) vodova na filtrirane DC (jednosmerne) na bezbednoj udaljenosti od osetljive elektronike.

4. TESTIRANJE UREĐAJA I DOBIJENI REZULTATI

Tabela 4.12 Karakteristike uređaja

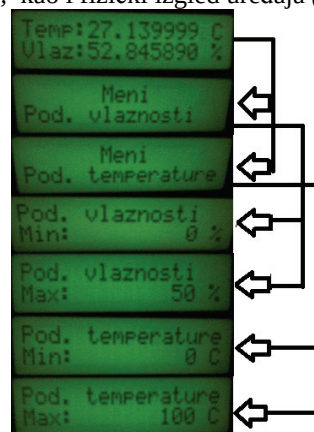
Karakteristike uređaja:

Napon napajanja:.....9 V / 500 mA
Prikaz:.....Smart LCD modul (DEM16216SYH-LY) 2x16 karaktera
Merna sonda:SHT11, DS18S20
Komanda:.....Četiri tastera: SET, UP, DOWN, RESET Jedan prekidač: ON/OFF
Čuvanje podataka:..... interni EEPROM
Merenje:Temperatura: 0 – 99,9 °C
..... Vlažnost: 1 – 99 %
Tačnost merenja:.....Temperatura: ±0,5 °C na 25 °C,
..... Vlažnost: ± 3,5 % RH
Rezolucija merenja:.....0,1 °C Temperatura i 0,1 % RH
Podešavanja:Temperatura: 1 -99 °C – Histerzis 1 °C
.....Vlažnost: 1 – 99 % RH - Histerzis 1 % RH
Vreme odziva:.....2 sekunde



Slika 4.1 3 Prikaz UBR uređaja rađen u programu Google SketchUp 8

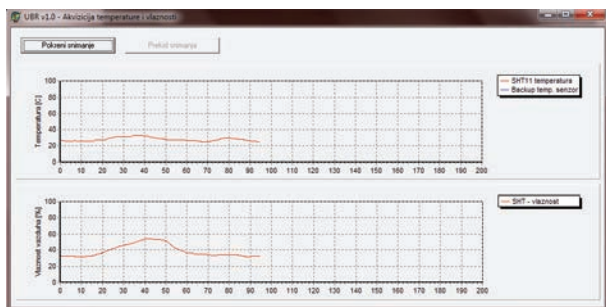
U ovom odeljku predstavljene su karakteristike uređaja (Slika 4.12), kao i fizički izgled uređaja (Slika 4.1 3) .



Slika 4.6 Izgled LCD displeja pri korišćenju menija

Pored prikazivanja rezultata na LCD displeju (Slika 4.6), povezivanjem preko serijske komunikacije na COM port računara napravljena je i Delfi aplikacija koja vrši ispis rezultata na dijagramu (chart).

Program „merenje temperature i vlažnosti“ (Slika 4.7) vrši ispis svake 2 s (svake 2 s se očitava vrednost sa senzora) u trajanju do 200 s. Tj, na svakih 200 s se briše postojeći dijagram i inicijalizuje se novi.



Slika 4.7 Program „merenje temperature i vlažnosti“ dobijen korišćenjem Delfi 6 programskog paketa

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja uređaj za kontrolu temperature i vlažnosti. Projektovan je da se koristi prvenstveno za uzgajivače pečuraka kojima bi ovaj uređaj u znatnoj mjeri olakšao rad.

Tokom same izrade uređaja autor se susreo sa mnogim greškama za koje nije mogao ni da nasluti. Da bi se ubuduće izbegle ovakve greške neophodno je što više raditi fizičke projekte iz oblasti elektronike da bi se upoznala sama procedura izrade kao i ponašanje pojedinih komponenti. Iako ovaj uređaj predstavlja v1.0 (verzija 1.0), tj prvu verziju, postoje tendencije za poboljšanja u v2.0. Ta poboljšanja se prvenstveno uvode radi specifičnijih potreba naručitelja a neke od njih bi mogle biti:

- Ubacivanje releja radi uključivanja uređaja za temperaturnu regulaciju, kao i za regulaciju vlažnosti,
- Korišćenje GSM modema radi slanja indikacije o prelasku zadatih pragova temperature i vlažnosti,
- Prikazivanjem srednjih rezultata dobijenih iz digitalnih senzora,
- Redizajn konstruisanog uređaja i minimizacija.

6. LITERATURA

- [1] Regulator napona tip 78L05
http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/150/9358_DS.pdf
- [2] Čip za komunikaciju tip MAX 232
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/texasinstruments/max232.pdf>
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/maxim/MAX220-MAX249.pdf>
- [3] Čip sa inverterima tip CD4069
<http://www.bader-frankfurt.de/loads/4069.pdf>
- [4] Čip sa optokaplerima tip HCPL-2631
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/hp/HCNW2611.pdf>
- [5] Mikrokontroler tip PIC18F8520
<http://www1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39609b.pdf>
- [6] Senzor temperature tip DS18S20
<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18S20.pdf>
- [7] Senzor temperature i vlažnosti tip SHT11
http://www.sensirion.com/en/pdf/product_information/Datasheet-humidity-sensor-SHT1x.pdf
- [8] Plastično kućište Tip ABS-85B
http://www.tme.eu/en/katalog/?art=ABS-85B#id_category%3D100623%26cleanParameters%3D1%26
- [9] LCD displej tip LCD 2x16
<http://www.lcd-module.de/eng/pdf/doma/dip162-de.pdf>

Kratka biografija:



Vlatko Bonić rođen je u Subotici 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Instrumentacija i merenje odbranio je 2012.god.

**IZAZOVI U PRETRAZI I VIZUELIZACIJI KOLEKCIJA DIGITALNIH SLIKA
CHALLENGES IN THE SEARCH AND VISUALISATION OF DIGITAL IMAGE
COLLECTIONS**

Ognjen Stikić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu proučeni su pristupi za pretragu kolekcija digitalnih slika. Prezentovani su pristupi zasnovani na pretrazi prema sadržaju, kao i pristupi zasnovani na metapodacima. Fokus rada je na pretraživanju po Exif metapodacima, pa je Exif standard detaljno objašnjen. Razvijena je aplikacija koja pruža mogućnost organizovanja slika po kolekcijama, njihovu vizuelizaciju i pretragu po Exif metapodacima.

Abstract – In this document search of digital images are analyzed. The basic approaches, content image search and metadata based, are presented. Focus is on search upon Exif metadata, so that Exif standard is described in details. Application that enables image collection organisation, their visualisation and search upon Exif metadata, is developed.

Ključne reči: Pretraga slika, Exif metapodaci, JPEG.

1. UVOD

Digitalni fotoaparati, skeneri i slični uređaji su danas poprilično jeftini i dostupni, pa je kreiranje multimedijalnih sadržaja dosta olakšano. Zbog velikih kolekcija multimedijalnog sadržaja, korisnicima na svojim personalnim računarima, postaje sve teže da organizuju i pretražuju te sadržaje. U ovom radu fokus je na pretrazi digitalnih slika. Pretraživanje slika se može vršiti na osnovu samog sadržaja slika ili po njihovim metapodacima.

Metapodaci opisuju karakteristike nekog izvora informacija. U metapodatke slike spadaju npr. autor, datum kreiranja slike, lokacija, podaci o podešenim vrednostima uređaja koji je generisao sliku, razni deskriptori koji označavaju sadržaj slike na semantičkom nivou i slično. Exif standard omogućava snimanje metapodataka u sliku i audio fajl. Koristi se u skoro svim digitalnim fotoaparatom.

Slike se mogu pretraživati i prema sadržaju. U procesu pronalazjenja slika na osnovu sadržaja između ostalih koriste se: kombinacija boje, teksture, oblika, određeni redosled objekata na slici. Obeležja boje, teksture, oblika i prostornog rasporeda su najčešće korišćena obeležja u pronalazjenju slika na osnovu sadržaja.

2. EXIF STANDARD

Poslednju verziju Exif standarda (2.3) [1] zajednički su formulisale japanske kompanije CIPA (eng. *Camera & Imaging Products Association*) i JEITA (eng. *Japan Electronics And Information Technology Industries Association*). Exif standard sadrži specifikaciju za slike i specifikaciju za audio fajlove. Exif fajl format se zasniva na postojećim formatima. Ako su u pitanju slike, komprimovani fajlovi se snimaju kao JPEG sa aplikacionim marker segmentima (APP1 i APP2). Nekomprimovani fajlovi se snimaju u TIFF Rev. 6.0 formatu. Korišćenje postojećih formata omogućava da se slike, koje su snimljene npr. digitalnim fotoaparatom, mogu direktno prikazivati i editovati u komercijalnim aplikacijama. Određeni podaci za nekomprimovane i komprimovane fajlove se snimaju u tag informacionom formatu (eng. *Tag information format*) koji je definisan po TIFF Rev. 6.0. Informacije koje su specifične za fotoaparat i koje nisu definisane u TIFF formatu se snimaju u privatnim tagovima, koji su registrovani za Exif. Exif specifikacija za slike definiše i metode za snimanje male slike (eng. *thumbnail*).

Za RGB nekomprimovane slike se koristi *Baseline TIFF Rev. 6.0 RGB Full Color Images format* [2], za YCbCr nekomprimovane slike se koristi *TIFF Rev. 6.0 Extensions YCbCr Images format* [2], dok se za JPEG komprimovane slike koristi osnovini JPEG DCT.

JPEG predstavlja standard za kompresiju statičnih digitalnih slika (ISO/IEC 10918-1) [3]. Naziv je dobio po odboru koji ga je i definisao – *Joint Photographic Expert Group*.

Pored tagova, koji su obavezni po TIFF standardu, Exif koristi i TIFF opcione tagove, Exif specifične tagove, kao i GPS tagove za snimanje informacija o poziciji. Exif omogućava i snimanje vrednosti podešavanja uređaja koji je generisao sliku (ISO vrednost, vreme ekspozicije i sl.).

Neki od tagova, koji su specificirani u TIFF – u, a koje ujedno koristi i Exif su: širina slike, visina slike, orijentacija slike, kompresija itd. Većina tagova se ne koristi ako su podaci komprimovani JPEG – om, jer se ti podaci mogu naći u određenim JPEG markerima.

Exif standard se koristi u velikom broju digitalnih fotoaparata i sličnih uređaja. Ipak, iako pruža mnoštvo informacija koji su vezani za samu sliku, ima i neke nedostatke. Neki od njih su:

NAPOMENA:

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

- Od slikovnih formata podržani su samo JPEG i TIFF, dok RAW format (koji predstavlja „sirove“ podatke dobijene sa senzora uređaja) nije podržan.
- Exif ne snima dodatne informacije za video fajlove, iako današnji digitalni fotoaparati omogućavaju snimanje videa.
- Može se desiti da se pokazivači na ofsete unutar same slike pomešaju, pa aplikacija koja čita metapodatke, može da ih pomeša, obriše ili nije u mogućnosti da ih pročita.
- Exif se veoma često koristi kao format slika kreiran od strane skenera, iako standard ne pruža mogućnost snimanja specifičnih informacija vezanih za skener.

Veliki broj aplikacija pomoću kojih se vrši pregled i manipulacija slika, kako komercijalnih tako i nekomercijalnih, mogu bar da pročitaju Exif metapodatke. Neke od njih omogućavaju i dodavanje i modifikovanje metapodataka. Vrlo bitna karakteristika nekih programa je i mogućnost pretraživanja slika po metapodacima.

3. APLIKACIJA FOTO ALBUM

Aplikacija omogućava pretragu JPEG slika po određenim Exif metapodacima. Aplikacija dozvoljava kreiranje kolekcija, u koje se mogu dodavati slike. Sve pronađene slike se mogu i pregledati, a moguće je i vršiti pregled svih slika po kolekcijama. Ako slike imaju GPS metapodatke, aplikacija omogućava prikaz lokacije kreiranja slike na Google mapi.

3.1 Izazovi u pretrazi po GPS metapodacima

Jedan od izazova pretrage slika je bila pretraga po GPS metapodacima. Prilikom razmatranja pretrage po ovom kriterijumu, došlo se do zaključka, da je pretraga po konkretnim GPS metapodacima neprihvatljiva, jer korisnik teško može da zna tačne GPS koordinate, osim kada ih očita iz slike. To pretragu po ovom kriterijumu čini nepraktičnom. Razmotreno je i usvojeno rešenje da se pretraga slika po ovim metapodacima vrši tako što korisnik, odabere sa mape, ili sam unese, referentne GPS koordinate. Pored ovih podataka, korisnik unosi i udaljenost od koordinata koje je uneo i jedinicu dužine (npr. kilometar). Na taj način pretraga se može sprovesti tako da u rezultat pretrage uđu samo slike čije su GPS koordinate u krugu, čiji je centar zadao korisnik unošenjem koordinata, a čiji je poluprečnik jednak unesenoj udaljenosti izraženoj u jedinicama dužine koju je korisnik specifikovao. U rezultat pretrage se mogu naći samo slike koje imaju GPS koordinate.

Planeta Zemlja se može dobro aproksimirati sferom. Najkraće rastojanje između dve tačke na sferi se računa pomoću formule (1):

$$d = r \alpha \quad (1)$$

gde su:

d – najkraće rastojanje između dve tačke

r – poluprečnik sfere

α – centralni ugao između dve tačke na sferi izražen u radijanima.

Centralni ugao između dve tačke na sferi se računa pomoću formule (2):

$$\alpha = \arccos(\sin\varphi_s \sin\varphi_f + \cos\varphi_s \cos\varphi_f \cos\Delta\lambda) \quad (2)$$

gde su:

α – centralni ugao između dve tačke na sferi,

φ_s – latituda prve tačke,

φ_f – latituda druge tačke,

$\Delta\lambda$ – predstavlja razliku između longituda prve i druge tačke.

S obzirom da je srednji poluprečnik Zemlje poznat, pomoću formula (1) i (2), se može izračunati najkraće rastojanje između dve GPS koordinate.

3.2 Pretraga po komentaru

Slike mogu da sadrže i komentar. Komentar unosi isključivo korisnik, i na taj način se može opisati slika na semantičkom nivou. Komentari su dosta subjektivni, i nesistematični. To stvara problem prilikom pretrage slika po ovom metapodatu. Aplikacija Foto Album olakšava pretragu po komentaru tako što pretraga, po ovom kriterijumu, ne zavisi od toga da li se upotrebljavaju velika ili mala slova. Pretraga po ovom kriterijumu je olakšana korišćenjem opcija "Samo cele reči" i "Sve reči se moraju naći u rezultatu". Ove opcije nisu isključive, pa je moguće selektovati obe. Kada je uključena opcija „Samo cele reči“, reč ili reči koje se unesu ne mogu da budu sastavni delovi neke reči. Npr. Ako se unese reč „Leto“ u rezultatu pretrage se neće naći slike koje imaju u komentaru reč „Letovanje“, „Letovi“ i sl. U suprotnom, kada je ova opcija isključena, slike sa komentarima „Letovanje“ i „Letovi“ će ući u rezultat pretrage. Kada je uključena opcija „Sve reči se moraju naći u rezultatu“, sve reči po kojima se vrši pretraga, se moraju naći u komentarima slika koje ulaze u rezultat pretrage. U zavisnosti od toga da li je uključena opcija „Samo cele reči“, može se zahtevati da sve reči mogu, ili ne smeju da budu sastavni delovi drugih reči.

3.3 Vizuelizacija slika

Sve pronađene slike se mogu i pregledati, ali je moguće i vršiti pregled svih slika po kolekcijama. Za sve slike koje uđu u rezultat pretrage se prikazuje njihova umanjena slika, da bi korisnik odmah mogao steći predstavu o kojoj slici se radi. Selektovanjem slike se prikazuje veća slika u odgovarajućem panelu. U tom panelu je moguće sliku rotirati u oba smera. Moguće je selektovanu sliku prikazati u pravoj rezoluciji. Ako je rezolucija slike veća od rezolucije ekrana, ona se može pomerati pomoću klizača. Slike koje uđu u rezultat pretrage se mogu prikazati i pomoću slajd prikaza. Tada se slike prikazuju jedna za drugom, dok se ne dođe do zadnje slike. Uz vizuelizaciju slika potrebno je za svaku prikazanu sliku, prikazati i neke značajnije Exif metapodatke. Usvojeno je rešenje da se metapodaci koji su vezani za sliku, uređaj kojim je slikano, i GPS podatke, prikazuju po karticama (tabovima). Kartice omogućavaju bolju preglednost metapodataka.

Ukoliko slika sadrži GPS metapodatke, potrebno je da se na određenoj mapi prikaže i lokacija njenog kreiranja. Za prikaz geotagovanih slika se koristi *Google map*.

3.4 Korišćene tehnologije

Za razvoj aplikacije su korišćene sledeće tehnologije i servisi:

- MySQL sistem za upravljanje bazama podataka,
- *JavaScript Google maps API*,
- C# programski jezik,
- *ExifTagCollection* biblioteka.

Aplikacija je kodirana u programskog jeziku C#. *ExifTagCollection* biblioteka omogućava očitavanje Exif metapodataka iz slike. Očitani metapodaci se čuvaju u MySQL bazi podataka. *JavaScript Google maps API* je korišćen za integraciju *Google* mape u aplikaciju.

3.5 Opis rada aplikacije Foto Album

Glavni prozor aplikacije je prikazan na slici 1. Interfejs aplikacije čine paneli:

1. „Naziv kolekcije“,
2. „Rezultati pretrage“,
3. „Exif metapodaci“,
4. „Pregled slike“,
5. „Mesto slikanja“,
6. „Softverska dugmad“.

U panelu „Naziv kolekcije“, je smešten *combo box*, u kome se nalaze sve kreirane kolekcije. Prilikom izbora određene kolekcije, u delu „Rezultati pretrage“ se prikazuju sve slike koje se nalaze u toj kolekciji. Korisnicima je omogućeno da kreiraju nove kolekcije, i da u njih dodaju slike. Takođe, moguće je i brisanje bilo koje kolekcije.

Ukupan broj pronađenih slika je dat u sklopu panela „Rezultati pretrage“. U tom panelu se nalazi tabelarni prikaz pronađenih slika sa tri kolone: „umanjena slika“, „naziv slike“ i „naziv kolekcije“. Korisniku je omogućena selekcija bilo koje slike koja se nalazi u rezultatima pretrage.

U panelu „Pregled slike“ se prikazuje slika koja je selektovana u „Rezultatima pretrage“. U okviru ovog panela je moguće rotirati sliku u oba smera, i prikazati je u originalnoj rezoluciji. Uklanjanje slike iz kolekcije se vrši klikom miša na dugme „Obriši sliku“. Brisanje ima sigurnosnu proveru, da bi se sprečilo slučajno brisanje slike.

U panelu „Exif metapodaci“ se nalaze tri taba (kartice). Za uređaj su prikazani sledeći metapodaci: proizvođač opreme (uređaja koji je generisao sliku), model uređaja, softver, ISO vrednost, mod fleša, vreme ekspozicije, vrednost osvetljenja, program eksponiranja, izvor svetlosti, oština, brzina shutter –a, F broj, žižna dužina. Ovi metapodaci su vezani za sliku koja je selektovana u „Rezultatima pretrage“ i samim tim prikazana u „Pregledu slike“.



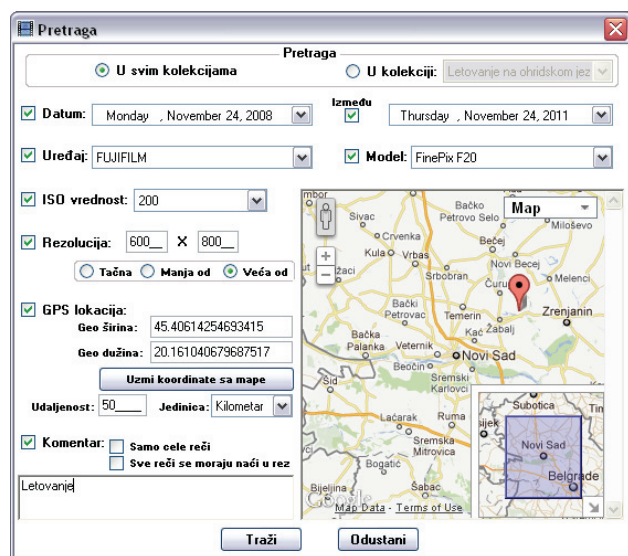
Slika 1 Glavni prozor aplikacije

Na kartici „slika“ se prikazuju sledeći metapodaci: datum i vreme (predstavlja datum i vreme kada je slika generisana), rezolucija (predstavlja apsolutnu rezoluciju), prostor boja, jedinica rezolucije, x i y relativna rezolucija, verzija Exif-a i orijentacija slike. Na „GPS“ kartici su prikazani metapodaci: vrednosti geografske širine, geografske dužine, kao i podaci o tome da li je geografska širina severna ili južna, i da li je geografska dužina istočna ili zapadna.

U okviru panela „Exif metapodaci“ se prikazuje komentar. Ukoliko slika ne sadrži komentar, polje će biti prazno. U ovom panelu se nalazi i dugme „Svi podaci“. Klikom miša na to dugme se otvara prozor koji prikazuje određene Exif metapodatke za izabranu sliku, bez tabova. U panelu „Exif metapodaci“ se nalazi i dugme „Eksport“. Klikom miša na to dugme je moguće eksportovati sve prikazane metapodatke selektovane slike u tekstualni fajl.

Ukoliko uređaj ima GPS prijemnik, u sliku se mogu upisati i GPS metapodaci. U okviru panela „Mesto slikanja“ se, pomoću Google mape, može prikazati lokacija kreiranja selektovane slike. Crveni marker na mapi označava tačnu poziciju gde je slikanje izvršeno. Mapu je moguće pomerati, vršiti zoom, i moguće je menjati njen izgled.

Kriterijumi pretrage se definišu pomoću dijaloga za pretragu. Dijalog za pretragu je prikazan na slici 2.



Slika 2 Dijalog za pretragu

Pretraživanje se vrši po određenim metapodacima, u svim kolekcijama ili samo u jednoj kolekciji. Ako se izabere pretraga u kolekciji, može se izabrati kolekcija u kojoj se želi izvršiti pretraga. U *combo box* - u se prikazuju sve kreirane kolekcije.

Pretraga se može vršiti po datumu kreiranja slike. Ukoliko se želi pretraživanje slika čiji se datum kreiranja nalaza između dva datuma, onda se čeka i *checkbox* „između“, i tada je moguće izabrati i drugi datum.

Slike se mogu pretraživati i prema nazivu uređaja koji je kreirao sliku, po njegovom konkretnom modelu, kao i prema njihovoj rezoluciji, ISO vrednosti i komentaru.

Pretraga se može vršiti i po GPS metapodacima, kako je već i opisano. Prva verzija aplikacije je omogućavala korisnicima da ručno unesu referentne GPS koordinate. U zadnjoj verziji aplikacije je u dijalogu za pretragu integrisana Google mapa sa pokretnim markerom. Pozicioniranjem markera na željenu lokaciju mogu se uzeti GPS podaci sa mape, ali je moguć i ručni unos koordinata. Ručni unos je opravdan ako korisnik već poseduje GPS podatke o lokaciji, koju želi postaviti kao referentnu.

4. ZAKLJUČAK

U radu su proučeni pristupi za pretragu kolekcija digitalnih slika. Akcenat je dat na pretrazi po metapodacima.

Razvijena je aplikacija koja omogućava pretragu slika na osnovu Exif metapodataka. Takođe, aplikacija pruža i vizuelizaciju, odnosno prikaz slika koje odgovaraju postavljenim kriterijumima pretrage. U slučaju da je slika geotagovana, moguć je i prikaz lokacije kreiranja slike, na Google mapi.

Dalji pravci razvoja aplikacije bi mogli biti i implementacija pretrage slika prema sadržaju. Korisnik bi mogao da učita sliku, po kojoj želi da vrši pretragu. Na taj način, pored pretrage slika po metapodacima, bila bi omogućena i pretraga npr. po boji. Histogram boja upitne slike, koju postavlja korisnik, bi se poredio sa histogramima boja slika koje se nalaze u kolekciji.

S obzirom da aplikacija Foto Album radi sa suženim skupom atributa Exif standarda, dalji razvoj bi mogao da bude i implementacija pretrage po svim Exif metapodacima. Dijalog za pretragu bi sadržao polja za unos svih Exif metapodataka.

5. LITERATURA

- [1] Camera & Imaging Products Association, Japan Electronics And Information Technology Industries Association, „Camera & Imaging Products Association“, http://www.cipa.jp/english/hyoujunka/kikaku/pdf/DC-008-2010_E.pdf, specifikacija Exif standarda.
- [2] International Telecommunication Union, International Telegraph and Telephone Consultative Committee, „World Wide Web Consortium (W3C)“, <http://www.w3.org/Graphics/JPEG/itu-t81.pdf>, opis JPEG standarda.
- [3] Adobe Developers Association, „Adobe“, <http://partners.adobe.com/public/developer/en/tiff/TIFF6.pdf>, specifikacija TIFF standarda.

Kratka biografija:

Ognjen Stikić rođen je u Sarajevu 1984. god. Diplomski master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarska grafika odbranio je 2012.god.

SMART TV KAO KORISNIČKI INTERFEJS KA SISTEMIMA KUĆNE AUTOMATIKE

SMART TV AS A USER INTERFACE TO HOME AUTOMATION SYSTEMS

Stevica Janković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazano jedno rešenje projektovanja i implementacije sistema za upravljanje pametnim kućama. Upravljanje se vrši pomoću SAMSUNG Smart TV-a. Kako bi bilo moguće upravljanje pomoću Smart TV-a, napravljena je aplikacija koja će korisniku biti dostupna na TV-u. Pošto Smart TV ne može direktno upravljati iLON kontrolerima, potreban je posrednik. Posrednik između Smart TV-a i kontrolera je programsko rešenje MAGIESTA.

Abstract – This paper deals with one possible solution of designing and implementing a system for managing smart houses. The control is accomplished by SAMSUNG Smart TV. In order to make the control possible by Smart TV, an application available to the user was created on the TV itself. Since smart TV cannot directly control ILON controllers, we need a middleware product. The indirect connection between Smart TV and the controller is a programme solution MAGIESTA.

Ključne reči: SAMSUNG Smart TV, MAGIESTA, Samsung TV SDK Apps Editor, Samsung TV SDK Emulator, Samsung TV SDK Visual Editor.

1. UVOD

Sistem kućne automatike (takođe nazvan pametna kuća) je sistem koji u najširem smislu podrazumeva integraciju raznih, pre svega električnih, uređaja u domaćinstvu u sistem kojim se može upravljati na različite načine. Neke od mogućnosti koje pokriva pametna kuća su: upravljanje grejanjem i hlađenjem, potpuna kontrola kućne i vankućne automatike, upravljanje roletnama i tendama, upravljanje audio i video sistemom, i jos mnogo mogućnosti. U skladu sa životnim stilom, navikama i potrebama korisnika, sistemom se upravlja univerzalnim daljinskim upravljačem, mobilnim ili fiksnim telefonom, računarom ili ekranom osetljivim na dodir. U ovom radu je opisano i realizovano upravljanje pomoću SAMSUNG-ovog Smart TV-a. Sve zgrade imaju neki oblik mašinskih i elektro usluga neophodnih za funkcionisanje i održavanje objekta kao i za udobno radno okruženje. Ove usluge nekako moraju biti kontrolisane, a to se postiže uz pomoć BMS-a (Building Management System). Tri osnovne funkcije BMS-a su: kontrola, nadgledanje i optimizacija. Kada se radi o zgradama, ušteda energije je veoma bitna, jer su one veliki potrošači. Zato je važna njihova optimizacija.

NAPOMENA:

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

2. BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS)

Ovim sistemom se kontroliše, nadgleda i upravlja mehaničkom i električnom opremom u zgradi, „prilagođavajući“ svoje parametre kompletnoj organizaciji ili različitim organizacijama koje sa zaposlenima i klijentima provode radno vreme u zgradi.

Zbog toga se ovakvim zgradama često dodaje o pridev „pametna“. Sistemi centralizovanog upravljanja zgradom imaju zadatak da stvore bezbedno, komforno, ekonomično i sigurno okruženje, uz istovremenu štednju energenata, smanjenje troškova održavanja, produženja životnog ciklusa opreme i značajno smanjivanje zagađenja koje zgrade emituju u životnu sredinu, čime dobija i širu opštedrušvenu vrednost i značaj.

Sadašnji najnoviji unapređeni sistemi su zasnovani na principima dijametralno suprotnim od početnih, i obezbeđuju investitorima i korisnicima sledeće prednosti: potpunu integraciju svih podsistema u jedan, otvorenost i veze za integraciju više različitih tehnologija, što investitoru daje veću mogućnost izbora, ukupne energetske uštede do minimum 20%, period povrata investicije u pravilno projektovan i optimalno dimenzionisan sistem od 2-5 godina, optimizaciju svih parametara zgrade, jedinstveni informativni sistem, smanjenje troškova održavanja, i jos mnogo druge prednosti.

3. ZNAČAJ UŠTEDE ENERGIJE

Zgrade su veliki potrošači električne energije, a kao najveći potrošači u njima se izdvajaju sistemi klimatizacije i čiler sistemi koji se koriste za potrebe klimatizacije objekata, kako bi se poboljšali uslovi za rad i život ljudi. Zato je optimizacija potrošnje električne energije ovih sistema od velikog značaja za ekonomičan rad istih.

3.1. „Zelene zgrade“

Glavni napor u vezi sa smanjenjem potrošnje energije u javnim zgradama se odnose na zadovoljavanje takozvanih „zelenih“ inicijativa. Prvi napor nas vode na početak '70tih godina prošlog veka i ekološke zakone usvojene u SAD od strane Savezne vlade. Tih godina, to su bili napor samo par ljudi sa vizijom o tome šta dolazi u narednim godinama.

Prva inicijativa vezana za potrošnju energije u zgradama datira iz 1997. godine i odnosi se na LEED sertifikat. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) je program za sertifikaciju i nacionalno prihvaćen standard za projektovanje, izgradnju i rad zelenih zgrada visokih performansi.

3.2. EU regulativa o performansama objekata

Novi zakon o legalizaciji je stupio na snagu 6-tog januara 2006. godine kao deo napora Evropske Unije da ispuni zahteve Kyoto protokola za smanjenje emisije CO₂ u zoni za 20% do 2020. godine. On pokriva nekoliko oblasti dizajna i rada novih i postojećih zgrada i klasifikuje zgrade u grupe na osnovu performansi i sertifikacija. Postoje četiri klase: Klasa D - nema efikasnosti; Klasa C – svaka prostorija ima bar termosta; Klasa B – termostati su spregnuti sa kontrolnom sobom; Klasa A – zgrada ima svoje izvore energije..

4. SAMSUNG

Samsung Group je južnokorejski konglomerat multinacionalnih kompanija sa sedištem u *Samsung Town-u*, u Seulu u Južnoj Koreji. Obuhvata brojna međunarodna preduzeća, od kojih je većina ujedinjena pod Samsung brendom.

4.1. Smart TV

Smart TV je novi sveobuhvatni izraz za internet televizore (slika 1). Za mnoge nove televizore to znači da imaju pristup kolekciji aplikacija, prodavnici aplikacija za dodavanje još aplikacija, web pretraživač, i još drugih mogućnosti.

Da bi moglo sve ovo da se koristi moramo biti povezani na internet. To se radi tako što se priključimo preko ethernet veze. Većina internet televizora se priključuje u ruter koristeći ethernet kabal. Ipak, ako je ruter isuviše daleko od televizora može se povezati koristeći wi-fi. Wi-fi je ugrađen u neke novije modele, ali i ako televizor nema wi-fi, može se kupiti wi-fi adapter.



Slika 1. SAMSUNG Smart TV

Linija Samsungovih LED i Plazma Smart televizora za 2011. godinu (posle serije LED D5500 i PDP D6900), po prvi put predstavlja novi Samsungov priključak Smart Hub što je zapravo jednostavan sistem menija koji se koristi za povezivanje, otkrivanje i uživanje u širokom asortimanu sadržaja. Korisnik lako može da pretražuje filmove, emisije i video klipove preko povezanih uređaja, kao što može da surfuje internetom putem svog TV prijemnika i ostvari pristup širokom spektru aplikacija sa servisa Samsung Apps za televiziju. Integriranjem najboljih sadržaja sa društvenih mreža, Samsung Smart TV dovodi društvene mreže u dnevne sobe i omogućava korisnicima da budu u toku sa najnovijim vestima, da postavljaju video klipove i razmenjuju slike sa prijateljima i porodicom. Putem međunarodnog četa uživo, Samsungovi Smart televizori pomažu korisnicima da budu konektovani bolje nego ikada ranije. Samsungov

priključak Smart Hub korisnicima pruža ne samo pristup svim izvorima informacija, programima, snimcima, Internetu i sadržajima, već im nudi i tri visoko personalizovana i jedinstvena sadržaja:

- Search All (Pretraži sve), pojednostavljuje pretragu i pristup željenim sadržajima ne samo na televizoru već to čini i širom Interneta, kao i na bilo kom memorijskom uređaju, računaru ili mobilnom telefonu koji je priključen na kućnu mrežu. Što se ostalih funkcija tiče, korisnici Samsungovih Smart televizora mogu da na ekranima visoke rezolucije gledaju vrhunske 3D video sadržaje po narudžbini, TV emisije koje su propustili, preporučene filmove, kao što mogu da prate i sportske rezultate.

- Web Browser (Pretraživač Interneta), korisnicima nudi sve mogućnosti za pretraživanje Interneta direktno sa TV prijemnika.

- Samsung Apps, prva prodavnica HDTV aplikacija na svetu, nudi mnogo više aplikacija nego bilo koji drugi servis, čime ispunjava potrebe potrošača na polju sporta, zabave informisanja, igrice i društvenog umrežavanja. Napredne Smart TV funkcije koje nudi Samsung čine da zabava korisnika bude još bolja!

Samsung takođe predstavlja One Design, nov koncept koji ima za cilj da objedini potrebe na polju performansi sa idejom da Smart TV aparati treba da se besprekorno uklape u svoje okruženje, i da se mnogo prirodnije prilagode načinima na koje korisnik želi da ostvari interakciju sa svojim TV aparatom. Kako bi se obezbedio minimalistički i istovremeno sveobuhvatniji doživljaj gledanja televizije, Samsungova nova linija LED i Plazma Smart televizora za 2011. u ponudi ima proizvode koji su praktično bez rama — LED-D7000, D8000, i ful-PDP linija — imaju ultra-tanke ramove koji čine da ekran bude veći bez realnog povećavanja dimenzija samog televizora. Super uski ram dizajniran je tako da se gotovo ne vidi, i kada je televizor isključen, savršeno se uklapa sa okruženjem.

Čineći novi korak na polju konvergencije, dva vodeća Samsungova polja poslovanja — televizori i mobilni telefoni — ostvarili su saradnju kako bi nastavili da pružaju korisnicima prilagodljive sadržaje koji se mogu lako razmenjivati i u kojima korisnici mogu da uživaju kad god i gde god požele, a sve putem sistema 2-View. Samsungovi novi LED-D7000 i D8000 televizori sada mogu da ostvare i sekundarnu TV funkciju koja dopušta da se TV sadržaj bežično emituje na Samsung Galaxy uređaju (Galaxy S2 i Tab 10.1) a sve putem servisa Samsung Application. Korisnici koji gledaju sadržaj na povezanom Galaxy uređaju moći će da menjaju kanale, gledaju program uživo, pa čak i da gledaju sadržaje sa DVD-a ili Blu-ray diska. Za to vreme, drugi korisnik može mirno da nastavi da uživa u TV programu koji je za sebe izabrao.

Kompanija Samsung će u Srbiji predstaviti još nekoliko inovacija tokom ove godine. Samsung je redizajnirao tač-skrin daljinski upravljač od 3 inča koji je po prvi put predstavljen 2010. godine. Touch Control daljinski upravljač je sada celovit uređaj sa ekranom na dodir koji izgledom i ponašanjem podseća na Smart telefon. Funkcija višestrukog displeja Touch Control daljinskog upravljača korisnicima omogućava da nastave da prate televizijski program na tom ekranu, čak i ako se na televizoru pušta sadržaj sa Blu-ray plejera. Samsung je

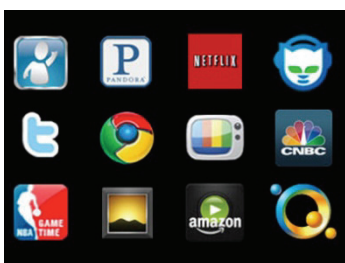
predstavio i liniju dodatne opreme, gde se posebno ističu najlakše 3D naočare na svetu koje po potrebi mogu imati i dioptrijska stakla, HD kamera sa Skype sertifikatom za TV konferencije, bežični punjač i nekoliko nosača za televizore.

4.2. Aplikacije

Smart televizori baš kao i smart telefoni, imaju svoje mikro sajtove, kao što su aplikacije iPlayer i YouTube. Ovo su dve najčešće preinstalirane aplikacije i one si inače i među najkvalitetnijim aplikacijama.

YouTube na televizoru izgleda malo drugačije u odnosu na web verziju, a tačan izgled i dizajn zavisi od marke televizora. Video slabijeg kvaliteta se izuzetno loše reprodukuje na velikom ekranu. BBC-jeva aplikacija omogućava da se pristupi BBC-jevom radio i TV programu, uključujući i HD kanale, ali se ne smeju snimati na DVD ili hard.

Sajtovi društvenih mreža kao što su Facebook i Twitter obično dolaze kao dodatne aplikacije, kao i aplikacije za šerovanje fotografija kao što su *Picasa* i *Flickr* (slika 2).



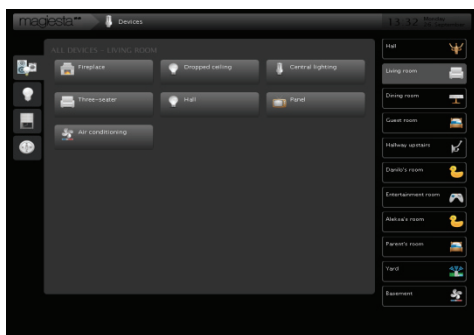
Slika 2. Primer aplikacije na Smart TV-u

5. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

Aplikacije za Samsung-ov televizor su ustvari HTML web grafički objekti gde je potrebno da su web stranice, CSS, Javascript i slike u jednom paketu da bi radili na samom uređaju. Brauzer na ovim uređajima je MAPLE(*Markup engine Platform for Embedded Systems*), to je HTML4 brauzer sa CSS 2 i Javascript-om 1.6. Takođe sadrži Javascript klase koje možemo priključiti svojim aplikacijama.

Aplikacija koja je napravljena ne može direktno da komunicira sa iLON kontrolerima. Posrednik između iLON kontrolera i aplikacije je „Magiesta“.

„Magiesta“ je serversko rešenje namenjeno za kontrolu kućne automatike, automatizaciju uređaja, dobijanje podataka i za komunikaciju (slika 3).



Slika 3. Izgled MAGIESTA

Namenjena je da umreži celokupnu kuću i da obezbedi različite mogućnosti preko različitih uređaja kao što su:

SmartTV, „touchscreen“, računar, iPhone i iPod touch, mobilni uređaji, itd.

„Magiesta“ treba da bude instalirana na stabilnom računaru koji se nalazi unutar kuće i treba da bude uključen tokom celog dana.

Preporučuje se da se ovom računaru dodeli statička IP adresa, ali nije i obavezno – bilo kakva konfiguracija kućne mreže sa pristupom ovom server sa drugih uređaja je prihvatljiva.

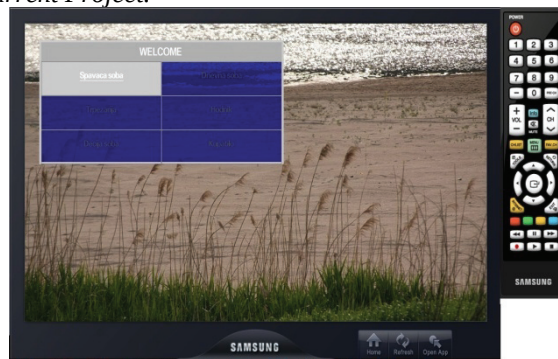
Za pristup izvan svog doma, preporučuje se da se računaru sa „Magiesta“-om nalazi iza nekog „firewall“-a.

Za izradu aplikacije koja bi bila dostupna krajnjem korisniku, korišćeno je SAMSUNG-ovo SDK okruženje. Ono sadrži: Samsung TV SDK Apps Editor, Samsung TV SDK Emulator, Samsung TV SDK Visual Editor.

Na početku, bitno je naglasiti da se u ovoj implementaciji nisu koristili grafički elementi iz okruženja SDK već je isprobana implementacija uz pomoć druge javascript biblioteke, jQuery, da bi se proverile mogućnosti ugrađenog pregledača. Za svaku aplikaciju ima definisan *index.html* fajl, zatim konfiguracioni *config.xml* fajl, kao i CSS fajlove, *javascript* fajlove i slike koji se nalaze u odgovarajućim folderima. U *index.html*-u nalazi se deo koda: `$MANAGER_WIDGET/Common/API/Widget.js`. Ovo je biblioteka funkcionalnosti za interakciju sa sistemom televizora, i jedna od funkcija koje ćemo mi koristiti je da kažemo sistemu da prikaže našu stranicu. Sam kod je napisan u *javascript*-u. Jedna od funkcija koje smo koristili su *Common.API.Widget*, i *Common.API.TVKeyValue*, a koristimo ih da bismo našu aplikaciju povezali sa funkcijama televizora i daljinskog upravljača.

Morali smo uneti kod za uparivanje, jer svaki uređaj ili web brauzer koji želi da se poveže sa *Magiesta*-om mora to uraditi. U našoj TV aplikaciji prvo odemo na URL <http://localhost:8080/app/ciscoHome.html>, koji nam vraća "Insert pair code" xml dokument. Zatim pratimo URL koji je dat pod URL tagom, samo što još i dodajemo *pairCode* atribut na kraj URL-a, a u našem slučaju je to bilo: <http://localhost:8080/app/ciscoHome.html?deviceName=SamsungTV&pairCode=609400>.

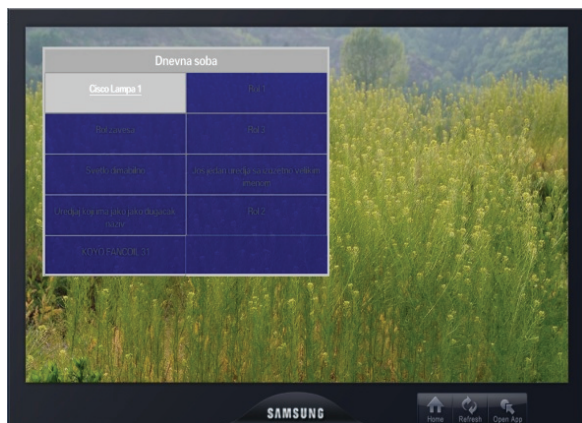
Kada smo završili našu aplikaciju, možemo je eksportovati do emulatora (slika 4). Jedan od načina je da u *Project Explorer*-u kliknemo na *Run Emulator with Current Project*.



Slika 4. Prikaz aplikacije u emulatoru – spisak soba

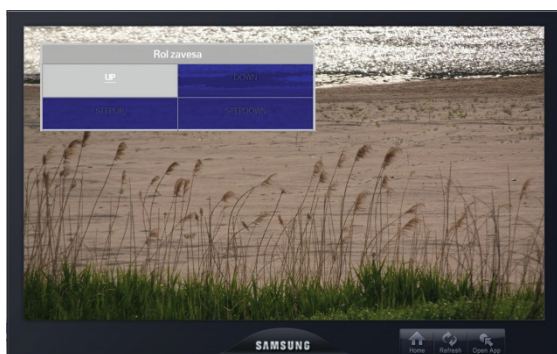
Po aplikaciji tj sobama se krećemo uz pomoć daljinskog upravljača. Koristimo dugmiće gore, dole, levo i desno za navigaciju, a enter za ulazak u selektivnu prostoriju, odnosno uređaj u zavisnosti od nivoa prostorije na kom se

trenutno nalazimo. Za povratak na prethodni nivo koristimo return dugme. Ako se pozicioniramo na dnevnu sobu i kliknemo na enter, otvoriće nam se spisak uređaja za dnevnu sobu (slika 5).



Slika 5. Prikaz aplikacije u emulatoru – spisak uređaja u prostoriji

Da bismo se pozicionirali na željeni uređaj u sobi, krećemo se na isti način kao i po sobama. Kada se nađemo na željenom uređaju kliknemo enter da bismo videli ponuđene akcije za dati uređaj. Na slici 6 vidimo spisak akcija za odabrani uređaj, a u našem slučaju je to rol zavesa.



Slika 6. Prikaz aplikacije u emulatoru – spisak akcija za odabrani uređaj

6. ZAKLJUČAK

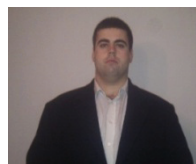
U ovom radu je prikazano jedno rešenje projektovanja i implementacije sistema za upravljanje pametnim kućama. Kao korisnički interfejs ka sistemima kućne automatike je korišćen smart televizor proizvođača SAMSUNG. Kako bi upravljali „pametnom kućom“ pomoću Smart TV-a, napravljena je aplikacija koja će korisniku biti dostupna na TV-u.

Korisnik tom aplikacijom upravlja pomoću daljinskog upravljača. Aplikacija posredstvom programskog rešenja MAGIESTA, komuniciraće sa iLON kontrolerima koji upravljaju samim uređajima. Rešenje je testirano u laboratorijskom okruženju i dobijeni su zadovoljavajući rezultati.

7. LITERATURA

- [1] J. Sinopoli: “Smart Buldings, A Handbook for the Design and Operation of Building Technology Systems”, 2006.
- [2] Direktiva 2002/91/EC Evropskog parlamenta I saveta o energetske efikasnosti zgrada, decembar 2002.
- [3] Koyoto Protocol to the United nations Convention of Climate Change, UN, 2008.
- [4] <http://www.antel.rs/pametne-kuce-2.html>
- [5] dr Velimir Čongradac, Materijal sa predavanja “Totalno integrisani sistemi automatskog upravljanja”. Katedra za automatiku i upravljanje sistemima, Univerzitet u Novom Sadu 2011.
- [6] User Guide. User Application for Samsung Applications into a TV Set, 2010.
- [7] Shengwei Wang. Intelligent Buildings and Building Automation. Spon Press, New York, USA, 2010. ISBN 0-203-89081-7
- [8] H. Mertz, T. Hansemann, C. Hübner. *Building Automation, Communication Systems with EIB/KNX, LON and BACnet*. Springer, Heidelberg, Germany, 2009. ISBN 978-3-540-88828-4
- [9] KNX Association, Official website, <http://www.knx.org/>
- [10] W. Kastner, G. Neugschwandtner, S. Soucek, H. M. Newman. *Communication Systems for Building Automation and Control*. in Proceedings of the IEEE, vol. 93, no. 6, June 2005, pp. 1178–1203.
- [11] Branko Milosavljevic, Milan Vidakovic. *Java i Internet programiranje*. Materijal za predmet Web programiranje, Novi Sad, 2001.
- [12] Centrala – Centar za promovisanje, razvoj i primenu obnovljivih izvora energije – Vladimir Jankovic, Miroslav Benišek, Mihajlo Milivojevic -”Liber Perpetuum - Solarna Energija” , Beograd, Srbija, 2004. godina.
- [13] J. Gosling, B. Joy, G. Steele, G. Bracha. *The Java Language Specification, Third Edition*, Sun Microsystems, Inc., Santa Clara, USA, 2005. ISBN 0-321-24678-0
- [14] http://www.pametnakuca.rs/live/o_nama/Drugi_o_pametnoj_kuci
- [15] http://en.wikipedia.org/wiki/Samsung_Electronics

Kratka biografija:



Stevica Janković, rođen 06.09.1986. godine u Smederevu, Srbija. Završio je osnovnu školu „Vuk Karadžić“, 2001. godine u Požarevcu i iste godine upisuje srednju tehničku školu „Nikola Tesla“ u Kostolcu, smer elektrotehničar računara. 2005. godine završava srednju školu i upisuje se na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, smer računarstvo i automatika, usmerenje automatika i upravljanje sistemima. Osnovne studije završio je oktobra 2009. godine, nakon čega je upisao master studije.

**PROVERA RADA PREKOSTRUJNE ZAŠTITE I OPTEREĆENJA ELEMENATA PRILIKOM
BESPREKIDNOG PREBACIVANJA OPTEREĆENJA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA****VERIFICATION OF OVERCURRENT PROTECTION AND LOADING OF ELEMENTS
DURING UNDERLOAD SWITCHING IN DISTRIBUTION NETWORKS**

Milan Nikolić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad je posvećen proveru rada prekostrujne zaštite izvoda prilikom besprekidnog prebacivanja opterećenja u distributivnim mrežama. Opisan je algoritam za besprekidno prebacivanje opterećenja. U radu je data i verifikacija pomenutog algoritma na primeru test mreže.

Abstract – This paper is dedicated to under-load switching, in order to check overcurrent relay protection on feeder head in distribution network. Algorithm is adopted for obtaining under-load switching between two transformers. The paper also presents the verification of the aforementioned algorithm to the test example of network.

Ključne reči: distributivni sistemi, izvodi, besprekidno prebacivanje opterećenja, prekostrujna zaštita.

1. UVOD

Srednjenaponske distributivne mreže se tradicionalno koriste kao radijalne. Međutim one se prave kao upetljane pri čemu tako i ne funkcionišu, da bi se osigurao alternativni put napajanja tokom poremećaja i da se poboljša pouzdanost sistema. Pošto u distributivnoj mreži može da postoji više od jednog izvora napajanja, pouzdanost mreže može biti znatno unapređena. U planiranju, dizajniranju ili upravljanju sistemom, poželjno je obezbediti potrošačima neprekidno snabdevanje električnom energijom. Srednjenaponski izvodi mogu imati otvorene veze prema izvodima koji se napajaju iz drugih transformatorskih stanica. Sistem mora biti sposoban da podrži interoperabilnost sa susednim transformatorskim stanicama.

Kada je opterećenje distributivnog izvoda veliko ili se na izvodu radi održavanje, opterećenje treba prebaciti na drugi izvod. Besprekidni tip prebacivanja opterećenja znači da električna energija koja se prenosi potrošačima neće biti prekinuta tokom prenosa opterećenja sa izvoda na izvod. Prebacivanje opterećenja je važan pristup u poboljšanju pouzdanosti elektrodistributivnog sistema. Glavno razmatranje konvencionalnog prebacivanja opterećenja je taj da struje koje postoje duž izvoda moraju biti manje od njihovih termalnih granica posle prebacivanja opterećenja. U cilju povećanja pouzdanosti distributivnog sistema, distributivni izvodi se međusobno povezuju za prenos opterećenja.

NAPOMENA:

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

U praksi, struje koje teku izvodima u normalnom operativnom pogonu ne treba da premaše termalne granice izvoda pri čemu mora biti ispunjen uslov da i struja u samom postupku prebacivanja ne bude veća od neke granice (tipično je to podešenje releja prekostrujne zaštite na razmatranim izvodima). Kada se izvodi međusobno povežu radi prebacivanja opterećenja, može doći do narušavanja ovih granica na nekom elementu (releju) u petlji. U nekim situacijama prilikom prebacivanja opterećenja izvoda može doći do prevelikih struja, koje za rezultat mogu da aktiviraju prekostrujne releje koji dovode do ispada odmah posle zatvaranja rasklopnog uređaja.

Rekonfiguracija mreže pod opterećenjem predstavlja prebacivanje opterećenja u distributivnoj mreži bez prekida napajanja, odnosno promenu napajanja više potrošača sa jednog izvoda na drugi. Izvodi se mogu nalaziti u istoj transformatorskoj stanici, a i ne moraju. Prilikom ovakve rekonfiguracije dolazi do formiranja petlji u distributivnoj mreži. Rekonfiguracija izvoda se sastoji od modifikovanja topologije mreže zatvaranjem rasklopnog uređaja u cilju prebacivanja opterećenja sa jednog transformatora na drugi.

**2. BESPREKIDNO PREBACIVANJE
OPTEREĆENJA**

Rekonfiguracija izvoda se sastoji od modifikacije topologije distributivne mreže zatvaranjem ili otvaranjem rasklopnih uređaja na graničnim tačkama između dva izvoda u cilju dobijanja boljih performansi sistema. Normalno otvoreni rasklopni uređaj se zatvara da bi se izvršilo prebacivanje opterećenja sa jednog izvoda na drugi. Rekonfiguracija mreže se vrlo često sprovodi prenosom opterećenja sa izvoda koji su više opterećeni na one koji su manje opterećeni i zbog održavanja.

Procedura prenosa opterećenja između dva susedna izvoda se sastoji od zatvaranja rasklopnog uređaja koji je normalno otvoren. Na taj način se pravi petlja između dva transformatora koji mogu biti u istoj ili različitoj transformatorskoj stanici.

Ovo se naziva formiranje petlje između izvoda pošto mreža radi u konfiguraciji sa petljom. U nekim situacijama prilikom paralelovanja izvoda može doći do prevelikih struja koje mogu da aktiviraju prekostrujne releje koji dovode do ispada izvoda odmah posle zatvaranja prekidača. Stoga, veoma je važno da se podešena vrednost struje ne prekorači tokom prenosa opterećenja. Operacija prebacivanja opterećenja se može izvršiti, ako se ne premaše vrednosti podešenja relejne zaštite na početku izvoda. Ako se oba izvoda, koja treba

upetljati, napajaju sa istog VN/SN transformatora i ako su vrednosti modula napona na krajevima izvoda međusobno jednake, onda je uspešnost realizacije rekonfiguracije pod opterećenjem veoma velika. Ako se izvodi napajaju iz različitih TS VN/SN, verovatnoća za uspešnost realizacije ove operacije se smanjuje jer moduli fazora napona u opštem slučaju mogu biti dosta različiti. Prilikom povezivanja izvoda koji se napajaju iz različitih transformatorskih stanica, može se desiti da zbog velike razlike faznih stavova fazora napona na krajevima izvoda, nakon formiranja petlje u mreži, deluje relejna zaštita na počecima izvoda, zbog prevelikih struja u petlji. Takve struje su posledica povezivanja čvorova u jakoj prenosnoj mreži preko relativno slabih elemenata distributivne mreže.

3. PREKOSTRUJNA RELEJNA ZAŠTITA

Prilikom prebacivanja opterećenja izvoda mogu se pojaviti takve struje koje aktiviraju relejnu zaštitu koja dovodi do prekida napajanja potrošača odmah posle zatvaranja rasklopnog uređaja.

Na vodovima srednjih napona, naponskog nivoa 10 kV i 35 kV najčešće se primenjuje prekostrujna zaštita. Ona može biti neusmerena prekostrujna zaštita ili usmerena, a njena primena zavisi od tipa mreže. U radijalnim mrežama koristi se neusmerena prekostrujna zaštita, a u petljastim mrežama se koristiti usmerena prekostrujna zaštita.

Neusmerena prekostrujna zaštita predstavlja najčešće korišćenu zaštitu na srednjenaponskim izvodima. Pošto se ova zaštita koristi u mrežama radijanog tipa, nije problem vizuelno odrediti put i postupak za podešenje. Prilikom podešavanja zaštite polazi se od krajnjih ka zaštitama koje su bliže izvoru napajanja. Između parova zaštita se mora postići određeni stepen vremenske selektivnosti koji se kreće od 0.25 s do 0.5 s pri upotrebi statičkih i elektromehaničkih releja, a od 0.6 s do 0.8 s kod primene primarnih okidača [2]. Ovo se uvodi da bi se sprečilo neselektivno delovanje. Vreme delovanja krajnjih zaštita treba da bude što kraće, ali ono ne sme da bude ni suviše kratko pošto može doći do nepotrebnog delovanja. Pomoću običnih prekostrujnih releja ne mogu se štititi dvostrano napajani vodovi i prstenasto napajane mreže. Glavni problem predstavlja to što se ne može obezbediti selektivnost. U ovom slučaju treba da se koristi usmerena prekostrujna zaštita koja predstavlja kombinaciju prekostrujnog i usmernog releja. Usmerena prekostrujna zaštita, koja je jednostavna i ekonomična, obično se koristi u zaštiti elektroenergetskih sistema, kao primarana zaštita u distributivnim mrežama i potprenosnim mrežama i kao sekundarna zaštita prenosnih mreža. Glavni problem koji se javlja kod ovog tipa zaštite jeste teškoća u obavljanju koordinacije releja, posebno u mrežama sa petljama i mrežama sa više izvora napajanja. Da bi se sprečilo pogrešno delovanje zaštite, merenje napona i određivanje smera usmernim relejom je moguće samo kada je pobuđen prekostrujni relej. Faze iz kojih će se dovoditi napon usmernom releju biraju se na osnovu maksimalne osetljivosti, a izbor zavisi od karakteristika dela mreže u kojoj se zaštita koristi. Za vremensko podešenje usmerene prekostrujne zaštite se primenjuje postupak superpozicije. Potrebno je petljastu mrežu svesti na dvostrano napajan vod. Prvo se smatra da se takav vod

napaja sa jedne strane dok se sa druge strane smatra da je pasivna mreža. Potom se za podešenje sa druge strane smatra da se ona napaja sa mreže, a prva strana je pasivna. Na ovaj način se dobijaju dve radijalne mreže za koje se primenjuje postupak podešenja. Na kraju superponiranjem rezultata dobijaju se vrednosti vremenskog podešenja releja.

4. ALGORITAM BESPREKIDNOG PREBACIVANJA OPTEREĆENJA

Prilikom povezivanja dva izvoda radi prebacivanja opterećenja sa jednog izvoda na drugi, osnovni zahtev je obezbediti da ni jedan potrošač u petlji ne ostane bez napajanja i da se ne jave preopterećenja na elementima distributivne mreže koja bi mogla da izazovu neželjena dejstva uređaja relejne zaštite. Beprekidno prebacivanje opterećenja je zasnovano na simulaciji zatvaranja rasklopnog uređaja i proračunu struja koje postoje u petlji. U radu je predstavljen algoritam za besprekidno prebacivanje opterećenja sa jednog izvoda na drugi, uz promenu položaja sklopki regulacionih transformatora radi smanjenja struja koje se javljaju na elementima u petlji. Blok dijagram algoritma je prikazan na slici 1. Predloženi algoritam za besprekidno prebacivanje opterećenja sastoji se iz sledećih koraka: potrebno je izabrati izvode koji će povezati u petlju odnosno koji će učestvovati u besprekidnom prebacivanju opterećenja i pronaći rasklopni uređaj između njih čijim zatvaranjem se formira petlja. Sledeći korak je pronalaženje korena u distributivnoj mreži sa kog se dati izvodi napajaju. Može se desiti da se izvodi napajaju sa istog korena ili sa različitih korena. Potom se određuju transformatori na koje su ovi izvodi vezani i trenutne pozicije njihovih sklopki. Ako su oba izvoda vezana na isti transformator, generisaće se poruka da ne postoje kontrolisani uređaji u petlji. Zatim se identifikuju potencijalni rekloseri, koji se nalaze u petlji čije se delovanje zatim blokira, i lokalna automatika (regulatori napona). Zaključavaju se rekloseri, jer se može desiti da usled povećane vrednosti struje kroz elemente, dođe do njihovog reagovanja i pokušaja da eliminišu "trenutni kvar". Regulatori napona se moraju zaključati, jer su podešeni prema radijalnom pogonu mreže. Potom se simulira zatvaranje rasklopnog uređaja, ažurira topologija distributivne mreže i proračunava novo dobijeno stanje. Zatim se pristupa izboru prvog transformatora kojem će se vršiti promena položaja sklopke regulacionog transformatora. Sklopka se pomera na dole, sve dok postoji smanjenje struje u petlji, odnosno kritične struje. Kritična struja se računa pomoću sledeće formule:

1. za sekcije

$$I_{\text{kritič}} = I_{\text{max}} \cdot \frac{I_{\text{bazno}}}{I_{\text{sekcije}}} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

gde su:

I_{max} – maksimalna vrednost struje u [r.j.] po fazama na gornjem kraju grane,

I_{bazno} – bazna struja u [A] za dati naponski nivo,

I_{sekcije} – nominalna struja grane u [A].

2. za transformatore

$$I_{\text{kritič}} = \frac{S_{\text{optereć}}}{S_{\text{transf}}} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (2)$$

gde su:

$S_{\text{optereć}}$ – snaga u [kVA] na gornjem kraju grane,
 S_{transf} – nominalna snaga u [kVA] date grane.

Vrednost strujne rezerve se računa na sledeći način:

$$I_{\text{rez}} = 100 - I_{\text{kritič}} \text{ [%]} \quad (3)$$

Na osnovu vrednosti strujne rezerve, svako rešenje se rangira prema izvodljivosti operacije. Ako je strujna rezerva manja ili jednaka 80% vrednosti nominalnog opterećenja tada je predloženo rešenje i poželjno rešenje prebacivanja. Ako se strujna rezerva nalazi u opsegu od 80% do 100% vrednosti nominalnog opterećenja, onda je rešenje prihvatljivo, a ako je veće od 100% tada rešenje ne zadovoljava date kriterijume. Kada se desi da je nađeno rešenje koje je poželjno ili je kritična vrednost struje lošija od prethodne vrednosti ili postoji neko novo narušavanje ograničenja u korenu, tada se pretraživanje u datom smeru promene pozicije date sklopke zaustavlja i prelazi se na pomeranje iste sklopke u suprotnom smeru. U ograničenja spadaju i narušenja dozvoljenih granica napona na potrošačima u petlji, pojava preopterećenja grane u petlji, pojava da struja koja teče kroz rasklopni uređaj bude veća od dozvoljene nominalne struje rasklopnog uređaja kao i da struja u petlji mora biti manja od dozvoljene struje osigurača. Kada se obradi prva sklopka, vraća se na početnu vrednosti i prelazi se na drugu sklopku. Za drugu sklopku se cela procedura ponavlja. Kriterijumi po kojima će se vršiti pretraživanje mogu biti:

1. minimalan broj promena pozicija sklopki regulacionih transformatora i
2. maksimalna vrednost strujne rezerve.

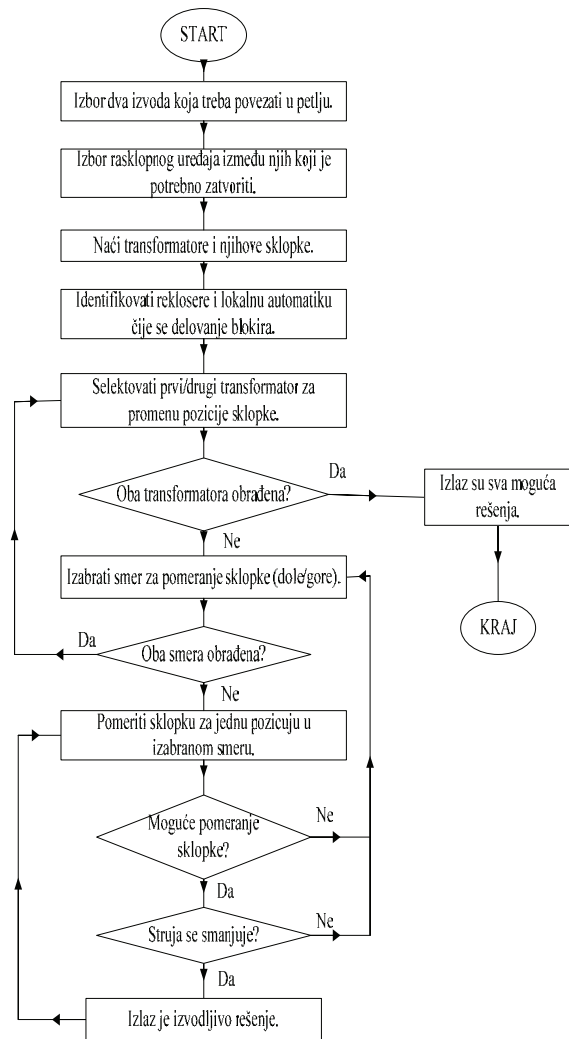
Kao rezultat dobija se lista sa predloženim promenama pozicija sklopki regulacionih transformatora, s ciljem minimizacije struja u petlji. Na ovaj način se obezbeđuju sve moguće varijante za smanjenje struje u petlji.

5. VERIFIKACIJA METODOLOGIJE

Na bazi predloženog algoritma razvijen je softverski paket u grafičkom okruženju. Baza podataka potrebna za rad programa predstavlja deo šire baze tehničkog sistema. Vizuelni prikaz srednjenaponske distributivne mreže je realizovan kroz specijalizovani grafički editor DMD (Dynamic Mimic Diagram), dok je algoritam urađen u programskom jeziku Fortran. Predložen algoritam i softverski paket testirani su na test mreži koja se sastoji od transformatorske stanice sa 8 izvoda.

Potrebno je izabrati dva izvoda koja između sebe imaju normalno otvorenu rasklopnu opremu i koja se napajaju sa različitim transformatorima.

Rasklopna oprema 1 se nalazi između izvoda 103 i izvoda 93, koji se napajaju sa različitim transformatora koji se nalaze u istoj transformatorskoj stanici. Zatvaranjem ovog uređaja formiraće se petlja.



Slika 1 – Blok dijagram algoritma besprekidnog prebacivanja opterećenja između dva izvoda

Pre zatvaranja rasklopnog uređaja, izvod 103 se napaja sa transformatora 2, čija je regulaciona sklopka na inicijalnoj poziciji 7. Vrednost struje na početku ovog izvoda iznosi 51,68 [A]. Izvod 93 se napaja sa transformatora 1, a njegova regulaciona sklopka se nalazi na poziciji 12. Vrednost struje na početku ovog izvoda iznosi 25,28 [A]. Posle zatvaranja rasklopnog uređaja, vrednost struje na početku izvoda 103 iznosi 76,04 [A], a vrednost struje na početku izvoda 93 iznosi 84,28 [A].

Korisnik kroz opcije može da izabere sledeće:

1. granice izvodljivosti za minimalnu strujnu rezervu (podešavanja za poželjna i prihvatljiva rešenja) i
2. izbor kriterijumske funkcije na osnovu koje će se tražiti rešenje. Kriterijumska funkcija može biti minimalan broj promena pozicija sklopki regulacionog transformatora ili maksimalna strujna rezerva.

U ovom test primeru izabrana je kriterijumska funkcija “maksimalna strujna rezerva”. Rezultat izvršenja funkcije Besprekidnog prebacivanja opterećenja je lista koja predlaže promene pozicija sklopki regulacionih transformatora, s ciljem minimizacije struja u petlji. Na ovaj način se obezbeđuju sve moguće varijante za

smanjenje struje u petlji. U tabeli 1 dati su rezultati izvršenja funkcije.

Tabela 1 – Prikaz rezultata izvršenja funkcije

Redni broj	Izvodljivost varijante	Pozicija regulacione sklopke 1	Pozicija regulacione sklopke 2	Ic [%]	Vc [%]	Ukupan broj promena
1	poželjno	12	7	49,66	108,06	0
2	poželjno	11	7	41,40	106,50	1
3	poželjno	10	7	39,47	104,98	2
4	poželjno	9	7	38,13	103,49	3
5	poželjno	12	8	42,39	108,26	1
6	poželjno	12	9	39,64	108,45	2
7	poželjno	12	10	38,23	108,66	3

Kao najbolje rešenje označena je varijanta četiri, pošto kritična struja ima najmanju vrednost. Promenom regulacione sklopke transformatora na predloženu poziciju 9, proračunom tokova snaga kada je prekidač između izvoda zatvoren, vrednosti struja na početku izvoda 103 i 93 iznose 66,44 [A], odnosno 42,10 [A]. Podešenje prekostrujnog releja na početku izvoda iznose 600 [A] i 150 [A]. Pošto su vrednosti struja na izvodima manje od vrednosti podešenja prekostrujnog releja, neće doći do dejstva prekostrujnog releja. Posle otvaranja rasklopnog uređaja 1, vrednost struje na početku izvoda 103 iznosi 51,49 [A], a vrednost struje na početku izvoda 93 iznosi 26,17 [A].

6. ZAKLJUČAK

Prebacivanje opterećenja je važan pristup u poboljšanju pouzdanosti elektrodistributivnog sistema. Raspodelom opterećenja po napojnim transformatorima i izvodima moguće je odložiti investicije za ugradnju novih elemenata mreže. Pri tom se mora obratiti pažnja na

prekostrujnu zaštitu izvoda. Ne sme se dozvoliti da struja na početku izvoda bude veća od vrednosti koja je podešena na relejnoj zaštiti.

U ovom radu prikazan je metod za rekonfiguraciju mreže pod opterećenjem, odnosno povezivanje dva susedna izvoda u distributivnoj mreži. Predložen je algoritam za besprekidno prebacivanje opterećenja. Kao kriterijum za pretraživanje optimalnog rešenja postoji mogućnost izbora između minimalnog broj promena sklopki regulacionih transformatora i/ili maksimalne strujne rezerve. Ovaj algoritam daje rezultate za međusobno povezane izvode koji se napajaju iz iste transformatorske stanice, ali sa različitih transformatora i one koji se napajaju iz različitih transformatorskih stanica.

7. LITERATURA

- [1] Vladimir C. Strezoski, Rekonfiguracija srednjenaponske mreže pod opterećenjem, VI Skup trendovi razvoja: Nove tehnologije u elektrodistribuciji (Zbornik radova), mart 2000.
- [2] Duško Bekut, Relejna zaštita, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2009.
- [3] D. Popović, D. Bekut i V. Treskanica, Specijalizovani DMS algoritmi, DMS group, Novi Sad, 2004.

Kratka biografija



Milan Nikolić je rođen u Novom Sadu 1987. godine, završio je gimnaziju „Isidora Sekulić“ u Novom Sadu, Diplomski – bachelor rad je odbranio na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2010. godine, kao i master rad 2012. godine iz oblasti Elektrotehnike i računarstva (energetika).

MODELOVANJE I KARAKTERIZACIJA LC SENZORA POMERAJA TIPRA MEANDAR**MODELLING AND CHARACTERIZATION OF LC DISPLACEMENT SENSOR MEANDER TYPE**Goran Mišković, Nelu Blaž, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj članak prikazuje razvoj rezonantnog LC senzora koji je izrađen u PCB tehnologiji. Sastoji se od dva dela: induktora odštampanog na jednoj štampanoj ploči, i induktora i kondenzatora paralelno vezanih na drugoj ploči. Promenom međusobnog položaja delova senzora, menja se sprega između induktora, što prouzrokuje da rezonantna frekvencija senzora bude zavisna od pomeraja. Senzor je proizveden, okarakterisan i upoređen sa električnim modelom.

Abstract – This paper presents development of resonant LC sensor fabricated in PCB technology. Sensor is comprised of a inductor on one PCB and parallel connected inductor and capacitor on another PCB. Moving the PCB, coupling between inductors is changed thereby causing the sensor resonant frequency to be displacement - dependent. The sensor has been fabricated, characterized and compared with an electrical model.

Ključne reči: LC senzor pomeraja, rezonantni senzor pomeraja, planarni senzor tipa meandar.

1. UVOD

Detekcija pomeraja spada u jedno od merenja koje ima široku oblast mogućih primena npr. robotika, industrija, medicina itd. Merenja pomeraja bila su realizovana korišćenjem diferencijalnih kapacitivnih senzora, induktivnih, na bazi vrtložnih struja i drugim principima. Međutim, danas bežična merenja fizičkih i hemijskih parametara su veoma tražena, posebno u situacijama ograničenog fizičkog pristupa. Kod ovih merenja posebnu pažnju privlači pasivna tehnika koja koristi LC rezonatore za merenja parametara od interesa bez korišćenja napajanja. Ovo se postiže spregom merene veličine sa uređajem tako da se menjaju njegove karakteristike promenom kapacitivnosti C [1, 2] ili promenom induktivnosti L [3].

Ideja istraživanja je bila da se napravi LC senzor pomeraja korišćenjem predhodno razvijenog senzora pomeraja induktivnog tipa [4]. Tako je u induktivnom tipu senzora, koji se sastojao od dva induktora meandar strukture, na induktor koji je bio kratko spojen paralelno dodat diskretni kondenzator i na taj način je obrazovano LC kolo.

NAPOMENA:

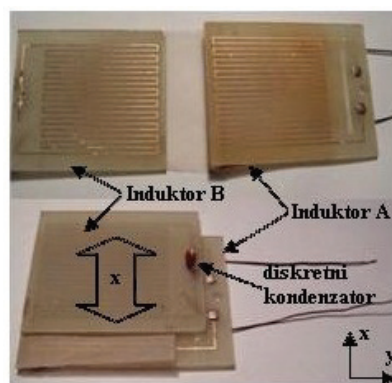
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila dr Ljiljana Živanov, red. prof.

Modifikovana senzorska struktura tako dobija rezonantne osobine i ima mogućnost praćenje pomeraja preko promene rezonantne frekvencije odnosno vrednosti faze.

U drugom poglavlju prikazan je izgled senzora i objašnjen je princip rada. Ekvivalentna električna šema i matematički model kojim je objašnjeno ponašanje senzora na rezonantnoj frekvenciji je data u trećem poglavlju. U četvrtom poglavlju je predstavljena aparatura za merenje i objašnjen je način na koji je pomeranje izvršeno. U petom poglavlju su prikazani rezultati merenja u vidu grafika, rezultati su diskutovani i objašnjeni. Zaključak koji je izveden na osnovu rezultata merenja je dat u šestom poglavlju.

2. FIZIČKA REALIZACIJA I PRINCIP RADA SENZORA

Senzor pomeraja se sastoji od dva induktora tipa meandar koji su postavljeni jedan iznad drugog. Na jedan induktor je paralelno vezan diskretni kondenzator, i oni zajedno čine LC kolo, dok je drugi induktor priključen na merni instrument. Vrednost diskretnog kondenzatora je 220 pF. Induktor iz LC kola se pomera u odnosu na drugi induktor. Senzor je realizovan u tehnologiji štampanih ploča (PCB) na podlozi FR4, a izgled senzora i pojedinačnih PCB ploča je dat na slici 1.



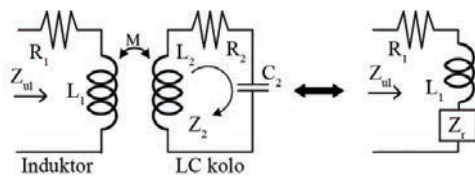
Slika 1. Fizički prikaz realizovanog LC senzora i induktora.

Između gornjeg i donjeg induktora postavljen je paus papir debljine 100 μm , kako ne bi došlo do kratkog spoja između struktura. Debljina paus papira je namerno uzeta da bude 100 μm jer je utvrđeno da je sprega između induktora manja ukoliko je međusobno rastojanje veće. Senzor je tako konstruisan da ne postoji mogućnost pomeranja u pravcu y-ose. Segmenti kalema koji su postavljeni u pravcu y-ose su duži od segmenata koji su

postavljeni u pravcu x-ose, te oni najviše utiču na međusobnu induktivnost. Kada se induktori nalaze tačno jedan iznad drugog, njihova međusobna induktivnost je maksimalna. Koordinatni sistem je tako usvojen da se smatra da je tada senzor u nultom položaju. Promenom položaja induktora B u odnosu na induktor A menja se njihova međusobna induktivnost, a time i ulazna impedansa senzora što se odražava na rezonantnu frekvenciju senzora. Kada se provodni segmenti induktora B, koji su paralelni sa y-osom, nađe tačno između dva provodna segmenta induktora A, koji se takođe nalaze u pravcu y-ose, međusobna induktivnost je minimalna i ukupna induktivnost je jednaka induktivnosti induktora A.

3. EKVIVALENTNA ELEKTRIČNA ŠEMA I MATEMATIČKI MODEL SENZORA

Realizovani senzor pomerača je opisan ekvivalentnom električnom šemom koja je prikazana na slici 2.



Slika 2. Ekvivalentna električna šema LC senzora.

PCB ploča sa induktorom tipa meandar je modelovana sa induktorom L_1 i parazitnim otpornikom R_1 . Druga PCB ploča na kojoj se nalazi LC senzor je opisan induktorom L_2 , kondenzatorom C_2 i parazitnim otpornikom R_2 . Induktivnosti L_1 i L_2 su međusobno spregnute, koeficijent te sprege je označen sa k .

Rezonantna frekvencija (f_r) LC senzora je data izrazom

$$f_r = 2\pi\omega_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}} \quad (1)$$

Reflektovana impedansa Z_r je zavisna od međusobna induktivnost dva induktora (M) tipa meandar i impedanse LC senzora Z_l . Izraz kojim je data Z_r je

$$Z_r = \frac{(\omega M)^2}{Z_2(\omega)} \quad (2)$$

gde je $M = k\sqrt{L_1 L_2}$, a ω kružna frekvencija. Impedansa LC senzora je data izrazom

$$Z_2(\omega) = R_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right) \quad (3)$$

Ulazna impedansa koje se vidi je

$$Z_{ul}(\omega) = R_1 + j\omega L_1 + Z_r \quad (4)$$

ili kada se u izraz (4) uvrsti izraz (2)

$$Z_{ul}(\omega) = R_1 + j\omega L_1 + \frac{(\omega M)^2}{Z_2(\omega)} \quad (5)$$

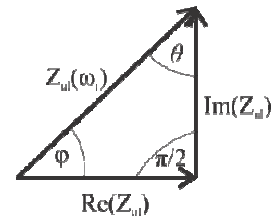
Na rezonantnoj frekvenciji impedansa LC senzora Z_2 postaje čisto rezistivna i svodi se na R_2 pa se ulazna impedansa svede na oblik

$$Z_{ul}(\omega_r) = R_1 + j\omega_r L_1 + \frac{(\omega_r M)^2}{R_2(\omega)} \quad (6)$$

gde je ω_r rezonantna kružna učestanost. Ukoliko se u izraz (6) uvrsti izraz za M i izraz (1) dobija se

$$Z_{ul}(\omega_r) = R_1 + j\omega_r L_1 + \frac{k^2 L_1}{R_2 C_2} \quad (7)$$

Promena reflektovane impedanse Z_r , potiče od promene impedanse LC kola Z_2 . Na taj način, moguće je detektovati promenu rezonantne frekvencije. Ova promena se može bolje uočiti ukoliko se posmatra razlika faze impedanse induktora i faze induktora u sprezi sa LC kolom ($\Delta\varphi$), koja je vektorski prikazana na slici 3.



Slika 3. Vektorski prikaz faze impedanse (Z_{ul}) senzora.

$$\Delta\varphi = \varphi_i - \varphi_{is} \quad (8)$$

$$\Delta\varphi \approx \frac{\pi}{2} - \arctg \frac{\text{Im}(Z_{ul})}{\text{Re}(Z_{ul})} = \arctg \theta = \arctg \frac{\text{Re}(Z_{ul})}{\text{Im}(Z_{ul})} \quad (9)$$

gde je φ_i vrednost faze impedanse samog induktora, φ_{is} je vrednost faze impedanse induktora sa LC kolom. U izrazu za realni deo ulazne impedanse zanemarena je parazitna otpornost R_1 . Krajnji izraz za $\Delta\varphi$ je

$$\Delta\varphi \approx \arctg \frac{(\omega_r M)^2}{\omega_r L_1 R_2} = \arctg \frac{\omega_r M^2}{R_2 L_1} = \arctg \frac{\omega_r k^2}{R_2} \quad (10)$$

4. APARATURA ZA MERENJE KARAKTERISTIKA SENZORA POMERAJA

Merenje karakteristika senzora izvršena su uz pomoć instrumenta *Analizator impedanse HP4191A*, koji može da vrši merenja u opsegu od 10 kHz do 1GHz. Adapter (HP16093A), preko koga je priključen mereni LC senzor, ima maksimalnu frekvenciju rada 250 MHz, što je iznad očekivane rezonantne frekvencije senzora. Prikaz aparature za merenje je dat na slici 4.

PCB ploče su pomerane uz pomoć klizača koji se nalazi na mikroskopu. Pomeranje klizača je veoma precizno što omogućava male i precizne pomeraje reda mikrometra (μm). Na samom mikroskopu je postavljena mikrometerska skala, sa linijama koje su međusobno udaljene 50 μm , koja služi kao indikator koliki je pomeraj se vrši. Da bi pomeranje PCB ploča bilo moguće, realizovani su specijalni nosači koji su mehanički povezani sa klizačem

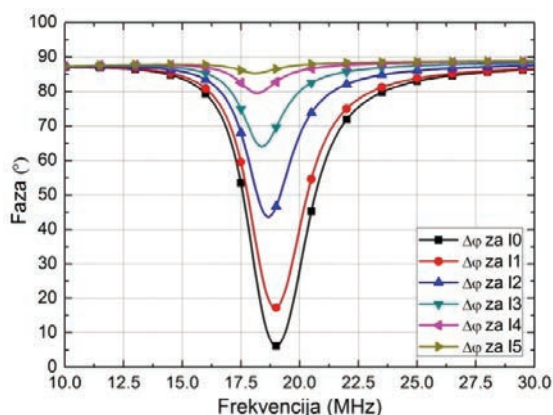
na mikroskopu. Nosači su izrađeni od vitoplast ploča, sa kojih je predhodno skinut bakarni sloj.



Slika 4. Izgled aparature za merenje karakteristika LC senzora.

5. REZULTATI MERENJA I DISKUSIJA

Na analizatoru impedanse merena je otpornost, induktivnost i faza. Vrednost merenih veličina se menjala u zavisnosti od pomeraja. Na slici 5 dat je grafik na kome su prikazane izmerene vrednosti faze za različite pomeraje.



Slika 5. Promena vrednosti faze u odnosu na frekvenciju za različite vrednosti pomeraja ($l_0=0 \mu\text{m}$, $l_1=50 \mu\text{m}$, $l_2=100 \mu\text{m}$, $l_3=150 \mu\text{m}$, $l_4=200 \mu\text{m}$, $l_5=250 \mu\text{m}$).

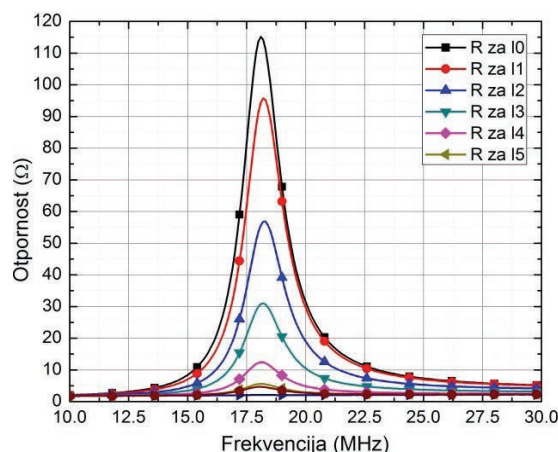
Sa slike 5 se jasno uočava da se vrednost faze drastično menja za različite vrednosti pomeraja. Senzor je postavljen u nulti položaj (l_0), kada se induktori nalaze tačno jedan iznad drugog. Tada je sprega najveća te je vrednost faze tada najmanja i ona je na grafiku prikazana crnom linijom. Pomeranjem senzora u pravcu x-ose induktori se smaknu jedan u odnosu na drugi, čime se smanjuje sprega između induktora i vrednost faze raste. Pomeraj za $50 \mu\text{m}$ (l_1) je prikazan crvenom bojom, za $100 \mu\text{m}$ (l_2) plavom bojom itd. Tendencija rasta vrednosti faze sa povećanjem vrednosti pomeraja je jasno uočljiva. Za pomeraj od $250 \mu\text{m}$ (tamno zelena boja, l_5), kada se provodni segmenti induktora B nađu veoma blizu položaja u kojem su oni tačno između dva provodna segmenta induktora B. Sprega je tada minimalna pa je vrednost faze maksimalna. Sa slike se još može primetiti

da se pored vrednosti faze, za različite vrednosti pomeraja, menja i rezonantna frekvencija. Tako je za nulti položaj rezonantna frekvencija najveća, jer je sprega najveća odnosno ulazna impedansa je najmanja (crna linija na grafiku (l_0)). Položaj u kojem je induktor pomeren za $50 \mu\text{m}$ (crvena linija l_1), ima nešto nižu rezonantnu frekvenciju, položaj u kojem je induktor pomeren za $100 \mu\text{m}$ (plava linija l_2) ima još nižu itd. Smanjenje rezonantne frekvencije za veće pomeranje je jasno vidljivo. U tabeli 1. su date vrednosti rezonantne frekvencije i vrednosti faze za različite vrednosti pomeraja.

Tabela 1. Zavisnost vrednosti faze i rezonantne frekvencije za različite vrednosti pomeraja

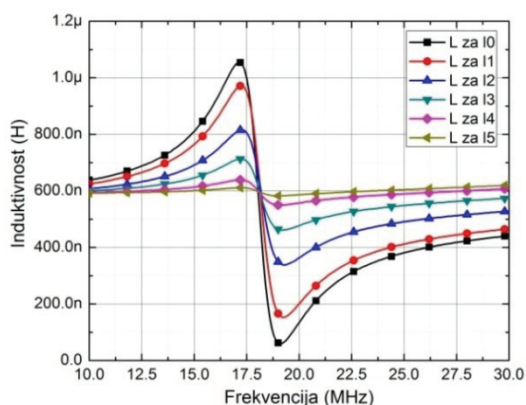
	l_0 $0 \mu\text{m}$	l_1 $50 \mu\text{m}$	l_2 $100 \mu\text{m}$	l_3 $150 \mu\text{m}$	l_4 $200 \mu\text{m}$	l_5 $250 \mu\text{m}$
faza[°]	5	17	43	64	80	85
f_r [MHz]	19	19	18.7	18.4	18.2	18

Na slici 6 prikazana je promena vrednosti otpornosti senzora za različite vrednosti pomeraja sa koje se može uočiti da je vrednost otpornosti maksimalna za nulti (početni) položaj i da se sa povećanjem pomeraja smanjuje amplituda otpornosti jer se smanjuje sprega između induktora.



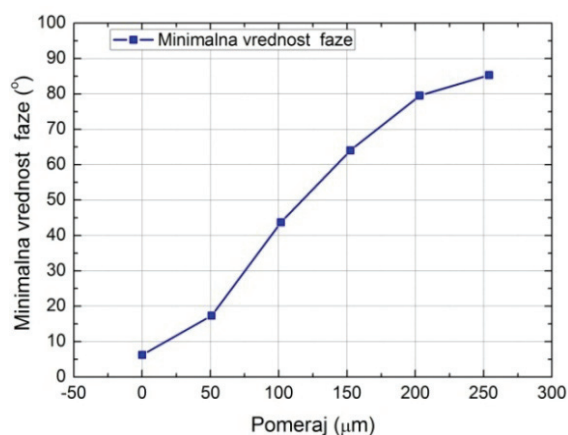
Slika 6. Promena vrednosti otpornosti u odnosu na frekvenciju za različite vrednosti pomeraja ($l_0=0 \mu\text{m}$, $l_1=50 \mu\text{m}$, $l_2=100 \mu\text{m}$, $l_3=150 \mu\text{m}$, $l_4=200 \mu\text{m}$, $l_5=250 \mu\text{m}$).

Na slici 7 je prikazana promena vrednosti induktivnosti senzora za različite vrednosti pomeraja. Vrednost induktivnosti je maksimalna kada se senzor nalazi u nultom položaju (crna linija, l_0) i smanjuje se povećanjem pomeraja (crvena (l_1), plava (l_2), zelena (l_3) itd.). U okolini rezonantne frekvencije je izražen efekat da se vrednost induktivnosti menja sa visoke na nisku vrednost, odnosno na frekvencijama pre rezonantne dominantna je induktivnost a na frekvencijama posle rezonantne dominantna je kapacitivnost. Na samoj rezonantnoj frekvenciji induktivnost i kapacitivnost se međusobno eliminišu (slika 7) i na taj način otpornost postaje dominantan faktor u vrednosti impedanse.

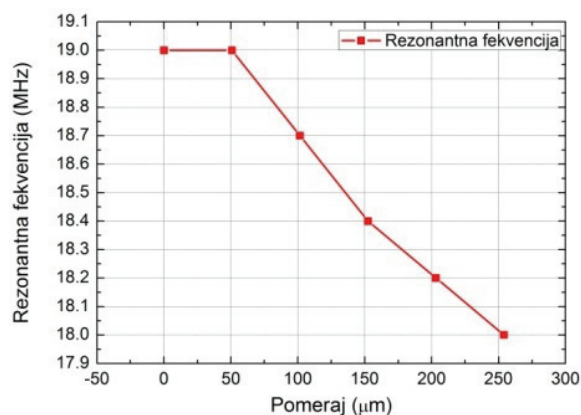


Slika 7. Promena vrednosti induktivnosti u odnosu na frekvenciju za različite vrednosti pomeraja ($l_0=0\ \mu\text{m}$, $l_1=50\ \mu\text{m}$, $l_2=100\ \mu\text{m}$, $l_3=150\ \mu\text{m}$, $l_4=200\ \mu\text{m}$, $l_5=250\ \mu\text{m}$).

Zavisnost vrednosti faze od vrednosti položaja je data na slici 8 sa koje se jasno vidi da je promena vrednosti faze sa povećanjem pomeraja prilično linearna. Ako se sa nultog položaja senzor pomeri za $50\ \mu\text{m}$, promena faze je relativno mala. Razlog tome je što je sprega najveća u nultom položaju.



Slika 8. Promena vrednosti faze za različite pomeraje.



Slika 9. Zavisnost frekvencije za različite vrednosti pomeraja.

Zavisnost rezonantne frekvencije od vrednosti položaja je prikazana na slici 9. Promena frekvencije je izrazito

linearna za pomeraje u opsegu $50\text{--}250\ \mu\text{m}$. Većim pomeranjem dominacija položaja slabi pa je promena frekvencije drastičnija.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je LC senzor pomeraja tipa meandar koje je izrađen u PCB tehnologiji na podlozi FR4. U ovom radu je prikazan izgled senzora kao i merna aparatura. Data je ekvivalentna električna šema sa detaljnim matematičkim modelom i prikazani su rezultati merenja. Rezonantni senzor pomeraja ovog tipa se pokazao kao veoma precizan senzor pomeraja koji može da detektuje pomeraje reda μm sa velikom tačnošću. Na osnovu rezultata merenja može se zaključiti da sprega između induktora ima negativan efekat na ulaznu impedansu senzora odnosno smanjuje vrednost ulazne impedanse, što se znatno odražava na fazu i na rezonantnu frekvenciju. Osetljivost senzora je dosta velika, što se moglo videti iz velikih razlika u vrednosti faze za različite vrednosti pomeraja. Zavisnost faze i rezonantne frekvencije od različitih vrednosti pomeraja je prilično linearna. Sledeći planovi i ideje vezani za ovaj senzor je da se uradi redizajn i da se diskretni kondenzator realizuje u planarnoj PCB tehnologiji.

7. LITERATURA

- [1] Orhan Akar, Tayfun Akin, Khalil Najafi: "A wireless batch sealed absolute capacitive pressure sensor", *Elsevier Sensors and Actuators A* 95 (2001) 29-38, 2001.
- [2] Michael A. Fonseca, Jennifer M. English, Martin von Arx, Mark G. Allen: "Wireless micromachined ceramic pressure sensor for high-temperature application", *IEEE Journal of Microelectromechanical Systems*, Vol. 11, No. 4 2002.
- [3] Antonio Baldi, Woohyeok Choi, Babak Ziaie: "A self-rezonant frequency-modulated micromachined passive pressure transsensor", *IEEE Sensors Journal*, Vol. 3, pp. 728-733, December 2003.
- [4] Mirjana Damnjanović: "Induktivni senzor malih pomeraja u dva pravca", magistrski rad, Novi Sad, 2002.

Kratka biografija:



Goran Mišković rođen je u Novom Sadu 1988. godine. Bečelor studije je završio 2011. na fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva –Mikroelektronika je odbranio 2012. godine



Nelu Blaž je rođen u Vršcu 1979. godine. Diplomski - master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroelektronika odbranio je 2005. godine.

REALIZACIJA EKSPERTSKOG SISTEMA ZA UPRAVLJANJEM PROCESOM OBRADJE RIBE**IMPLEMENTATION OF EXPERT SYSTEM FOR PROCESS CONTROL OF FISH PROCESSING**

Andrea Hrabovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada prikazana je realizacija ekspertskog sistema za upravljanje procesom obrade ribe. Prikazan je i postupak projektovanja ekspertskog sistema realizovan primenom fuzzy logike. Verifikacija je izvedena na simulacionom modelu. Dobijeni rezultati su prikazani grafički i tabelarno.

Abstract – This paper presents the implementation of expert system for process control of fish processing. This paper also presents the procedure of designing an expert system implemented using fuzzy logic. Verification is performed on the simulation model. The results are presented graphically and in tabular form.

Cljučne reči: Ekspertski sistemi, fuzzy logika, fabrika ribe

1. UVOD

U ljudskoj prirodi je da postavljamo pitanja. Na taj način se povezujemo sa svetom i evoluiramo „Mislim, dakle postojim“. Na neka pitanja je teško naći odgovor. Na primer “Šta je znanje?”, “Da li možemo predstaviti znanje?”. U pokušaju da odgovori na ovakva pitanja, veštačka inteligencija je dala značajan doprinos [1].

Ekspertski sistem se može smatrati karikom između ljudskog eksperta i krajnjeg korisnika. Koristi znanje i procedure zaključivanja da bi modelovao rasuđivanje u usko specijalizovanoj oblasti. Ekspertski sistemi ili sistemi bazirani na znanju postoje za različite discipline i objektivno donose heuristički zaključak za definisane probleme. Oni ugrađuju znanje iz domena i zaključivanje eksperta i konbinuju ga sa procesnom moći računara i memorijom. Baziran na upitima, ekspertski sistem donosi zaključak u određenoj oblasti. Sistem nastavlja da zahteva ulazne podatke i informacije sve dok se ne dodje do jednog ili više zaključaka [2].

Ekspertski sistem je računarski program koji rešava probleme koji zahtevaju značajnu ljudsku ekspertizu, koristeći pri tom eksplicitno navedeno znanje u toj oblasti kao i računarske procedure odluke [3].

Pretpostavlja se, da će ekspertski sistemi biti široko zastupljeni u procesu podrške odlučivanju u poslovanju budućnosti.

2. PRIKAZ POSTOJEĆEG SISTEMA

Fabrika je postrojenje namenjeno za primarnu obradu ribe, zamrzavanje i pakovanje.

NAPOMENA:

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

Izvedena je kao celina podeljena u posisteme za lakšu kontrolu i upravljanje:

- podsistem za obradu ribe,
- podsistem za merenje i slaganje ribe,
- podsistem za transport ribe u frižider,
- podsistem za pakovanje ribe.

Najbitniji deo sistema je sam frižider koji omogućava da se riba dobro zaledi i tako zaleđena da se transportuje širom sveta. Od kapaciteta frižidera zavisi koliko ribe može da se primi, a samim tim i obradi. Podsystemi su međusobno zavisni, a svaki zavisi od prethodnog. Zato je bitno da svaki podsistem funkcioniše dobro i da tako nema zastoja u proizvodnji.

2.1. Razvoj fuzzy ekspertskog sistema, preporuke

Da bi se modelovao ekspertski sistem sa fuzzy logikom, postoje sedam ključnih koraka [4].:

1.) Definisanje problema-Da bismo utvrdili problem, moramo pribaviti izvor znanja. Obično izvor predstavlja ekspert u toj oblasti. U fabrici za obradu ribe problem je u kontroli tempa proizvodnje. Proizvod prolazi kroz različite podsysteme i faze, kako je objašnjeno u opisu sistema. Svaka isporuka je drugačija usled promene količine ribe koja prolazi kroz sistem. Svaki podsistem zavisi od prethodnog i da bi se dobio što konstantniji tempo proizvodnje potrebno je eliminisati nepotrebne zastoje u svakom od podsystema. Ekspertski sistem će pomoći u podršci odlučivanju menadžera, kako bi se ostvario bolji profit i poboljšao kvalitet finalnog proizvoda.

2.) Definisanje lingvističkih promenljivih- Definisanje lingvističkih promenljivih počinje slušanjem eksperta kako rešava problem. Iz ranijeg izlaganja znamo da su problemi u svakom prelasku iz jednog podsystema u drugi. Ekspert treba da nam omogući da saznamo kako se problem uobičajno rešava.

“Kada je brzina pokretne trake spora, količina obrađene ribe je mala.”

Iz sličnih diskusija sa ekspertom mi dolazimo do lingvističkih promenljivih i njihovih intervala. U tabeli 1. su nabrojane fuzzy promenljive korišćene u sistemu i njihovi intervali:

3.) Definisanje fuzzy skupova- Sledeći korak podrazumeva definisanje fuzzy skupa za svaki univerzum. Da bi se to postiglo konsultuje sa ekspert. Od eksperta se dobije znanje koji su to tipični fuzzy predikati kojima se opisuju promenljive. Na primer, ako se uzme da je zadata količina ribe na prijemu 0-50000 lbs, kako opisujemo ako imamo 15000? Veoma malo, malo, srednje?

Tabela 1. Fuzzy promenljive u sistemu sa intervalima

Fuzzy promenljive	Intervali
brzina-mašina-za-obradu	[0-40] Hz
zadata-količina-ribe	[0-80000] lbs
količina-obrađene-ribe	[0-50000] lbs
brzina-traka	[0-70] Hz
broj ul. Rekova	[0-30] rekova/h
temperatura	[-30 5] C°
broj iz. Rekova	[0-30] rekova/h
brzina-mašine-za-pakovanje	[0-20] kesa/min
broj-spakovanih kesa	[0-1000] kesa/h

4.) Definisanje fuzzy pravila - Sledeći korak je definisanje fuzzy pravila. Konsultacija sa ekspertom je i za ovaj korak neophodna. Ekspert, koristeći se fuzzy pridevima prethodno definisanim, opisuje rešenje problema. Pravilo:

IF brzina mašina za obradu IS sporo THEN količina obrađene ribe IS malo

Kompleksnost modela se meri brojem različitih kombinacija koje algoritam izvršava. Iako pravila definišu ponašanje modela, sa velikim brojem pravila je veoma teško rukovati.

5.) Izgradnja sistema - Sada kad imamo fuzzy skupove i pravila, sledeći korak je izgraditi sistem. Ovaj korak obuhvata kodovanje fuzzy skupova, pravila i procedura za izvođenje funkcija fuzzy logike. Da bi se to izvelo postoje dva načina, i to prvi je programirati sve od početka pomoću nekog od osnovnih programskih jezika kao što je C, ili drugi pomoću softvera za razvoj fuzzy aplikacija. Prvi način obuhvata pored programiranja fuzzy skupova i pravila, i programiranje kompletne fuzzy procedure. Drugi način omogućava pristup već gotovim fuzzy alatima, tako da se dizajner koncentriše samo na problem znanja, zadatak se rešava prirodnim jezikom a skupovi u grafičkom okruženju.

6.) Testiranje - Kada je sistem izgrađen potrebno je testirati ga da bi se utvrdilo da li sistem ispunjava uslove navedene u prvom koraku – definisanje problema. Formira se tabela rezultata, i sistem se testira za različite količine ribe na prijemu, kao i različite scenarije koje se mogu dogoditi u fabrici.

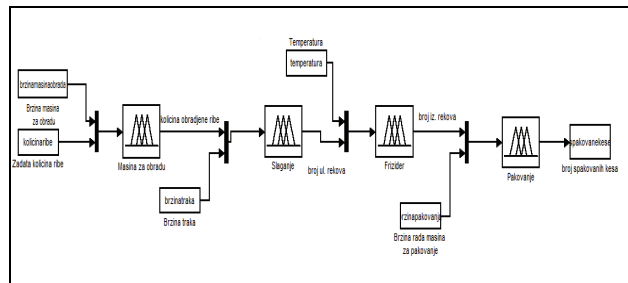
7.) Dodatno podešavanje (tuning) - Fino, dodatno podešavanje ekspertskog sistema počinje poređenjem odziva sistema sa inicijalnim očekivanjima. Pažnja se tada fokusira na odstupanja. U većini projekata koji koriste fuzzy ekspertске sisteme, vreme provedeno u razvijanju fuzzy skupova i pravila je kratko u poređenju sa vremenom provedenom u finom podešavanju sistema. Uglavnom, početna verzija fuzzy skupova i pravila daje zadovoljavajuće rešenje. To je verovatno jedno od većih prednosti fuzzy logike. Zdrav razum se koristi u formiranju baze znanja koje pruža brze i zadovoljavajuće rezultate. Naprotiv tome, ako su zahtevani precizniji rezultati potrebno je uložiti dosta dodatnog truda.

2.2. Simulink model fuzzy ekspertskog sistema

Model se sastoji iz četiri fuzzy kontrolera koji kontrolišu ulaz i izlaz iz svakog posistema. Ovi fuzzy kontroleri daju brojnu vrednost kao predlog operaterima i menadžerima kako bi se došlo do boljeg rezultata. Pokazuju idealan slučaj u odnosu na ulazne promenljive i pružaju vodič kako bi trebale da budu u odnosu na prethodne podsisteme i trenutno stanje. Ako je idealan slučaj obrada 1000000 lbs ribe u 24-časovnoj proizvodnji, proračunava

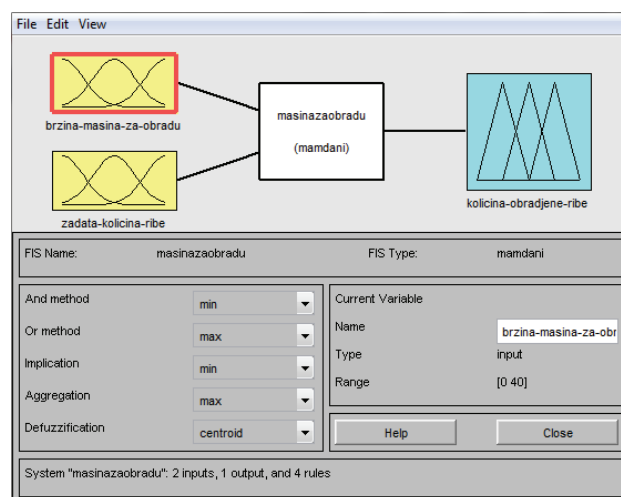
se tempo u podsistemima za svaki sat da bi se postigla željena obrada. Zbog kapaciteta frižidera mora se voditi računa da se ne obradi previše ribe, jer je svakoj ribi potrebno minimum 7 sati da provede u frižideru da bi se mogla spakovati.

Na slici 1. je prikazan model sistema u Simulinku. Sastoji se od četiri fuzzy kontrolera: mašina za obradu, slaganje, frižider i pakovanje.



Slika 1. Model sistema u Simulink-u

Fuzzy logički kontroler Mašina za obradu prikazan na slici 2. sastoji se od dva ulaza i jednog izlaza. Promenljiva Brzina mašine za obradu je u intervalu između 0-40 Hz. Promenljiva Zadata količina ribe je u intervalu između 0-80000 lbs/h. Ako je dnevni proizvodni cilj obrađene ribe 1000000 lbs u toku 24h, onda je idealna vrednost zadate količine ribe 41666 lbs.



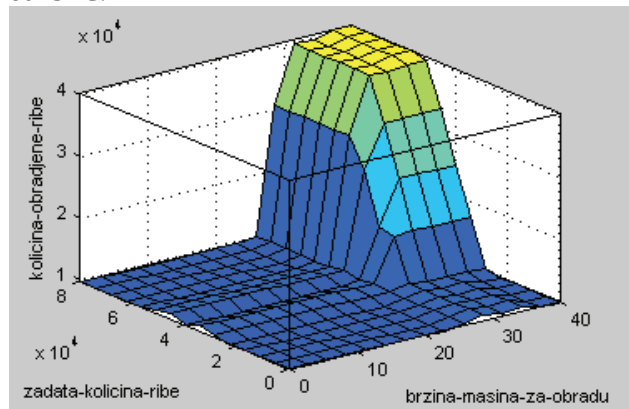
Slika 2. Fuzzy logički kontroler- Mašina za obradu

Grafička površ prikazana na slici 3. pokazuje izlazne vrednosti promenljive količina obrađene ribe za bilo koju kombinaciju ulaznih promenljivih brzina mašina za obradu i zadata količina ribe.

Fuzzy logički kontroler Slaganje sastoji se od dva ulaza i jednog izlaza. On nam daje na izlazu broj rekova koji ulaze u frižider, u zavisnosti od količine obrađene ribe (dobija se iz Mašine za obradu) kao i brzine kojom se pokretne trake kreću. Ukoliko uzmemo da je dnevni cilj 1000000 lbs obrađene ribe taj broj bi trebao da iznosi 17 rekova u satu.

Fuzzy logički kontroler Frižider predstavlja najznačajniji deo sistema. Da bi se dobio konstantan tempo u proizvodnji broj ulaznih rekova koji ulaze u frižider treba da bude jednak broju rekova koji iz frižidera izlaze. Taj broj treba da iznosi 17 ukoliko je zadati dnevni cilj obrađeno 1000000lbs obrađene ribe. Zbog kvaliteta

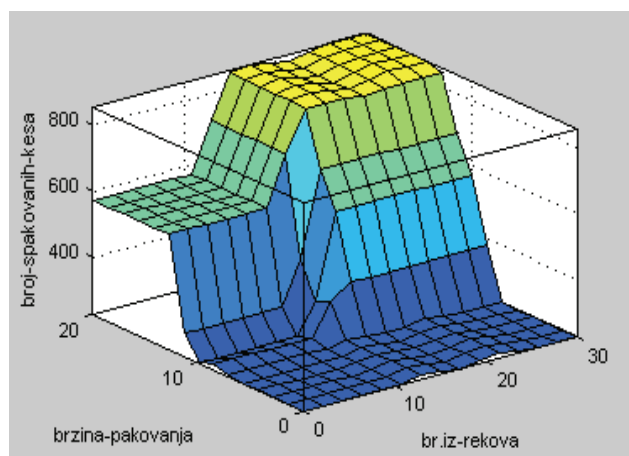
proizvoda temperatura zaleđene ribe treba da iznosi manje od -5 °C.



Slika 3. Grafička površ fuzzy kontrolera- Mašina za obradu

Fuzzy logički kontroler Pakovanje sa dva ulaza broj izlaznih rekova i brzina pakovanja jednim izlazom broj spakovanih kesa. Broj spakovanih kesa koristimo da bi dobili količinu obrađene ribe.

Na slici 4 je prikazana grafička površ koja prikazuje izlazne vrednosti za sve moguće ulazne kombinacije.



Slika 4. Grafička površ fuzzy kontrolera- Pakovanje

3. TESTIRANJE I PRIKAZ REZULTATA

Fuzzy ekspertski sistem je napravljen kao preliminarni koncept sa korišćenjem scenarija. Svaki scenario je sastavljen na osnovu mogućih alternativa od osobina svakog od fuzzy ekspertskih sistema kao što su, na primer, fuzzy funkcija pripadnosti, baza pravila i mehanizam zaključivanja. Svi scenariji su testirani u prvobitnom modelu, koristeći realne podatke iz proizvodnje, koji su dobijeni iz razgovora kako bi se izabrao najbolji fuzzy ekspertski model.

Fuzzy mehanizam zaključivanja predstavlja proces preslikavanja ulaza na odgovarajući izlaz koristeći teoriju fuzzy skupova. Korišćen je mamdani metod, s'obzirom da je široko prihvaćen u razvoju fuzzy ekspertskih sistema[5]. Testirano je pet scenarija, koji predstavljaju realne situacije iz postrojenja, prikazanih u tabeli 2.

Prvi scenario: Dnevni cilj postrojenja je obraditi 1000000 lbs ribe za 24 časa, a spakovati 680000. Razlika predstavlja gubitke usled zamrzavanja ribe kao i procenat otpadaka na glavama i iznutricama. Ako su mašine za obradu podešene da seku ribu na 30 Hz i ako je zadata

količina obrađene ribe 40000lbs na izlazu mašine za obradu dobijamo 24880.

Tabela 2. Zadate veličine i dobijeni rezultati

Zadate veličine	Scenario1	Scenario2	Scenario3	Scenario4	Scenario5
Brzina mašina za obradu	30	30	30	25	40
Zadata količina ribe	40000	40000	40000	40000	60000
Brzina traka	35	35	25	25	45
Temperatura	-15	0	-15	-15	-15
Brzina rada mašina za pakovanje	10	5	10	10	20
Izlazi iz fuzzy kontrolera					
količina obrađene ribe	24880	24880	24880	9864	40320
broj ulaznih rekova	17	17	11.93	7.01	25.478
broj izlaznih rekova	17	6.26	8.21	6.25	26.18
broj spakovanih kesa	572	223.4	572.01	223	858.77

U frižider se ubacuje 17 rekova/h. Ako je temperatura odgovarajuća, što po ovom scenariju jeste i iznosi -15, iz frižidera vadimo isto 17 rekova/h. Ovo predstavlja idealan slučaj, za projektovani dnevni cilj, i ako pakujemo deset kesa u minuti, dobićemo 572 spakovanih kesa.

Drugi scenario: Ako ostavimo sve parametre kao u prvom scenariju, a imamo slučaj da je temperatura ribe na granici prihvatljive, menjamo jos jedan parametar a to je brzina pakovanja kesa. Njega smanjujemo na pet kesa u minuti i tako usporavamo tempo. Na kraju dobijamo umanjen broj spakovanih kesa, što je i za očekivati ako temperatura nije zadovoljavajuća.

Treći scenario: U trećem scenariju imamo usporene trake u podsistemu slaganje. Sa brzinom traka od 25 Hz ćemo imati samo 11 rekova koji ulaze u frižider i 8 izlaznih rekova, koji će nam usporiti i mašine za pakovanje na 7 i na kraju ćemo imati 228 spakovanih kesa. Iz ovog scenarija izvodimo zaključak da usporenje u jednom od podsistema dovodi do ukupnog pada tempa u svim podsistemima posle njega, što se loše odražava na ukupnu količinu obrađene ribe u tom satu, odnosno u celom danu. Četvrti scenario predstavlja slučaj kad se uspore mašine za obradu. To je čest slučaj, ako dođe do zastoja u jednoj od tri mašine. Imaćemo na izlazu znatno manju količinu obrađene ribe, i manje će rekova ući u frižider. I na kraju nećemo dobiti očekivani broj spakovanih kesa gotovog proizvoda.

Peti scenario treba da pokaže da će sistem raditi dobro i u slučaju da postoji želja da se poveća dnevni cilj. U vrhu sezone kada je pristupačna velika količina ribe i kada je potrebno povećati dnevni cilj, frižider je u mogućnosti da podnese čak 25 rekova u satu, i ako je odgovarajuća temperatura ribe izlazi 26 rekova i isto toliko se pakuje da bi na kraju dobili 858 spakovanih kesa.

Sistem se dobro pokazao u različitim scenarijima, tako da predstavlja pomoć menadžerima da procene koliko će se zapravo ribe obraditi. Kao i velika pomoć operaterima kojima je olakšano da podešavaju brzine u postrojenju.

4. ZAKLJUČAK

Ekspertski sistem za upravljanje u jednom ovakvom postrojenju postavlja trendove koji su od koristi svima, od najvišeg nivoa menadžmenta do operatera u postrojenju. Sistem može imati više primena od predviđanja količine ribe koja će se obraditi do ukazivanja na probleme u podsistemima ili kvarove na mašinama.

Fuzzy ekspertski sistem obezbeđuje veću fleksibilnost modela proizvodnje u postrojenju za primarnu obradu ribe

sticanjem ekspertskog znanja u proizvodnji ribe. Koristeći ekspertsko znanje iz postrojenja za obradu ribe, četiri Mamdani fuzzy ekspertski modela su razvijena za podsistem obrade ribe, slaganje, frižider i pakovanje. Modeli objašnjavaju njihovu međusobnu zavisnost i odnose.

Razvoj fuzzy ekspertskih sistema je i dalje u istraživačkom stadijumu, postavljenih na principima pokušaja i greške. U budućnosti se problem može proširiti na probleme izbora ulaznih promenljivih kao i optimizaciju pravila i funkcija pripadnosti. Bolje metodologije kao i pouzdaniji rezultati bi trebalo da ubede menadžere da primene fuzzy ekspertске modele u praksi.

5. LITERATURA

- [1] J.C. Giarratano, G.D. Riley, "Expert systems: principles and programming ", 3rd edition, Boston, PWS Publishing Company, 1998
- [2] K. Heinrich, D.D. Genske, "A knowledge-based fuzzy expert system to analyse degraded terrain", *Expert Systems with Applications*, Vol.36, pp.2459–2472, 2009.
- [3] J.K. Kastner, S.J. Hong, "A review of expert systems" *European Journal of Operational Reserch*, Vol.18, no.3, pp.285-292, 1984.
- [4] J. Durkin, "Expert Systems: Design and Development", New York, Prentice Hall, 1994.
- [5] A. Idrus, M.F. Nuruddin, M.A. Rohman "Development of project cost contingency estimation model using risk analysis and fuzzy expert system" *Expert Systems with Applications*, Vol.38, pp.1501-1508, 2011.

Kratka biografija:



Andrea Hrabovski rođena je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Inteligentni upravljački sistemi odbranila je 2012.god.

INTELIGENTNI SISTEM ZA PODRŠKU U ODLUČIVANJU PRI UPRAVLJANJU BRODSKOM PREVODNICOM

INTELLIGENT SYSTEM FOR DECISION SUPPORT IN SHIP LOCK CONTROL

Uroš Kuzmanov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je razvoj sistema zasnovanog na rasplinutoj (fuzzy) logici za podršku upravljanju brodskom prevodnicom. Kreirana su dva kriterijuma za evaluaciju rezultata dobijenih upotrebom fazi sistema odlučivanja, zasnovani na principu minimizovanja vremena čekanja odnosno broja promena nivoa vode u komori prevodnice bez broda (prevođenje na prazno). Upravljanje se vrši na osnovu udaljenosti brodova od otvorene i zatvorene kapije prevodnice i stanja prevodnice. Izlaz FSO (fazi sistem odlučivanja) predstavlja odluku o menjanju stanja prevodnice. FSO je optimizovan upotrebom optimizacionog algoritma zasnovanog na roju čestica (Particle Swarm Optimisation - PSO). Kreiran je ekonomski kriterijum za ocenjivanje rada fazi upravljačkog sistema na osnovu prosečnog vremena čekanja na prevođenje i ukupnog broja prevođenja na prazno.

Abstract – This paper describes the development of the fuzzy control system (FCS) for supporting of the management of ship lock. Two criteria are created for evaluating the results obtained by use of FCS, based on the principle of minimizing waiting time and number of changes in water level in the lock chamber without a boat. Management is based on the distance of ships from the open and closed lock gate and lock status. FCS output describes decision about changing the lock status. Fuzzy decision support system is optimized using the algorithm based on swarm intelligence (Particle Swarm Optimization). An economic criteria is created for evaluating the work of FCS based on the average waiting time for transition and total number of water level changes without boat in ship lock.

Ključne reči: Brodska prevodnica, Rasplinuta logika, Fazi upravljački sistem, PSO

1. UVOD

Veštacki plovni putevi predstavljaju želju čoveka za prilagođavanjem životne sredine svojim potrebama i jedan su od pokazatelja stepena razvoja ljudskog društva. Na prirodnim unutrašnjim vodotokovima često postoje prepreke kao što su brzaci, ustave ili brane koje onemogućavaju slobodnu plovidbu na određenim deonicama vodotokova. Da bi se ovaj problem rešio konstruišu se obilaznice sa brodskim prevodnicama koje premošćavaju razliku u nivoima vode [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Filip Kulić, vanr.prof.

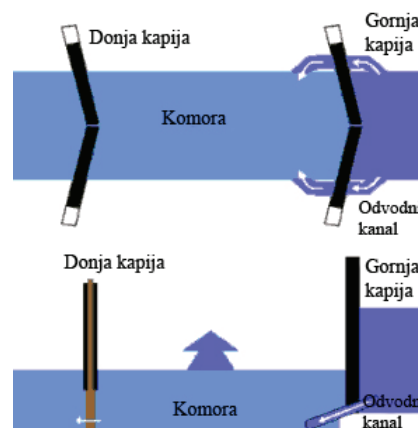
2. BRODSKA PREVODNICA

Brodska prevodnica predstavlja objekat za podizanje i spuštanje plovih objekata između dva plovna puta koji su na različitim nivoima. Osnovni element brodske prevodnice je komora fiksne veličine u kojoj se nalazi voda promenljivog nivoa.

Sve prevodnice imaju tri osnovna elementa:

1. Komora – povezuje gornji i donji deo kanala i dovoljno je velika da može da prihvati jedan ili više plovih objekata. Pozicija i veličina komore je fiksna, ali nivo vode u komori može da varira.
2. Kapija – nalazi se na ulazu i izlazu iz komore. Često se konstruiše kao dve polu-kapije koje su zatvorene pod nekim uglom.
3. Elementi za punjenje i pražnjenje

Na slici 1 dat je šematski prikaz osnovnih elemenata brodske prevodnice.



Slika 1. Elementi brodske prevodnice

Princip rada brodske prevodnice je vrlo jednostavan:

1. Ulazna kapija se otvara i brod ulazi u komoru
2. Ulazna kapija se zatvara
3. Menja se nivo vode u komori
4. Otvara se izlazna kapija i brod izlazi iz komore.

Zona brodske prevodnice sa stanovišta organizacije saobraćaja predstavlja zonu zadržavanja i posebnog rizika. Brodarima je u interesu da zadržavanje u ovoj zoni bude što kraće. Sa druge strane postoji interes vlasnika sistema brodske prevodnice za postizanje što većeg broja prevođenja uz što manje gubitke energije i vode. Više o konstrukciji, radu i osobinama brodske prevodnice u [2].

3. RASPLINUTA (FUZZY) LOGIKA

Fazi logika pruža jednostavan način da se dođe do konačnog rešenja pomoću nepreciznih, nejasnih, dvosmislenih

ili ulaza sa šumom. Fazi logički pristup problemima upravljanja oponaša proces kojim bi čovek donosio odluke, ali mnogo brže [3].

U klasičnoj teoriji skupova postoje precizne granice koje razdvajaju elemente koji pripadaju ili ne pripadaju određenom skupu, tj. vrlo lako se utvrđuje pripadnost ili nepripadnost nekog elementa datom skupu. U teoriji fazi skupova funkcija pripadnosti može da uzme bilo koju vrednost iz zatvorenog intervala [0,1].

Čovek ne posmatra činjenice i pravila kao proste jasno određene entitete, već kao reprezentaciju znanja koje ima dublje značenje i smisao. Fazi zaključivanje se koristi da bi se predstavio i upotrebio ovakav način razmišljanja. Da bi se izračunao zaključak koristi se neki stepen saglasnosti između činjenica i pravila. Na osnovu poznate činjenice A koja se u nekom stepenu razlikuje od preduslova A pravila $A \rightarrow B$, izračunava se zaključak B koji je u opštem slučaju različit od zaključka B iz pravila. Ovaj način zaključivanja naziva se fuzzy ili generalizovani modus ponens. Više o fazi zaključivanju u [4],[5].

Prilikom praktičnog projektovanja fazi sistema, znanje eksperta izraženo je u obliku određenog broja lingvističkih pravila u formi:

AKO fazi propozicija ONDA fazi propozicija

Ta se pravila još nazivaju i ekspertiska pravila. Ovo jednostavno ekspertsko pravilo ima dva dela:

1. AKO deo predstavlja ulazno stanje (premisa)
2. ONDA deo pravila je izlazno stanje (zaključak).

Veći broj pravila u kojima se rečima opisuje rešenje nekog problema predstavlja bazu pravila.

U realnosti ulazne vrednosti su najčešće predstavljene brojem, pri čemu se želi da i izlazna vrednost bude takođe predstavljena u brojanom obliku. U fazi sistemu je dati sistem opisan verbalno preko pravila. Zbog toga najpre na određeni način konvertujemo (fazifikujemo) te brojeve vrednosti. Nakon toga mehanizam aproksimativnog zaključivanja ih obradi u fazi sistemu u procesu od tri faze: agregacija, aktivacija i akumulacija. Brojana izlazna vrednost dobija se pomoću procesa defazifikacije. Konstrukcija fazi sistema odlučivanja detaljnije u [6].

4. OPTIMIZACIONI ALGORITAM ZASNOVAN NA ROJU ČESTICA

U slučaju algoritma zasnovanog na roju čestica u pitanju je sociološki sistem, tj. društveno ponašanje jednostavnih individua koje su u interakciji sa drugim individuama i sa okruženjem.. Simulacije ovih sistema modeluju nepredvidivu grupnu dinamiku i socijalno ponašanje. PSO je nastao iz simulacije pojednostavljenih socijalnih sistema. Prvobitna namena bila je da se grafički simulira koreografija ptičijeg ili ribljeg jata. Ubrzo je primećeno da PSO može da se uspešno koristi za optimizaciju. Više o sistemima zasnovanim na jatu čestica u [7].

5. KONSTRUKCIJA FAZI UPRAVLJAČKOG SISTEMA ZA UPRAVLJANJE PREVODNICOM

Za rešavanje problema upravljanja brodskom prevodnicom pomoću teorije fazi skupova korišćena je brodska prevodnica koja predstavlja jednokanalni sistem opsluživanja sa dva nezavisna stohastička toka zahteva iz

dva suprotna smera. Pretpostavlja se da je prosečno vreme za prevođenje jednog plovnog objekta 25 minuta, dok je promena nivoa u komori bez plovila 15 minuta. Za ovaj slučaj pretpostavlja se da u komoru prevodnice može da stane samo jedno plovilo.

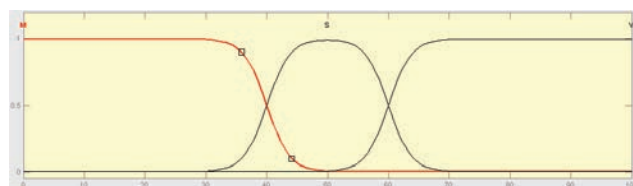
Glavni cilj pri upravljanju brodskom prevodnicom je postizanje kompromisa između što manjeg vremena koje brodovi čekaju na prevođenje i što manje potrošnje energije i vode pri radu brodske prevodnice.

Prvi korak predstavlja definisanje ulaznih i upravljačkih promenljivih veličina za određena stanja procesa kojim se upravlja i određivanje koje upravljačke akcije će biti primenjene u određenim stanjima procesa. Kod donošenja odluka pri upravljanju radom brodske prevodnice koristi se nekoliko promenljivih. Prva predstavlja trenutno stanje brodske prevodnice i opisuje da li je otvorena gornja ili donja kapija. Druge dve promenljive predstavljaju udaljenost brodova od brodske prevodnice sa strane gde je otvorena kapija i sa strane gde je zatvorena kapija.

Pri upravljanju radom brodske prevodnice postoje tri subjektivno procenjene kategorije vezane za udaljenost broda od brodske prevodnice: "mala" (M), "srednja" (S) i "velika" (V). Ove tri kategorije određuju fazi skupove u dve ulazne fazi promenljive: "udaljenost broda od prevodnice sa strane gde je otvorena kapija" (UBO) i "udaljenost broda od prevodnice sa strane gde je zatvorena kapija" (UBZ). Izlazna promenljiva predstavlja upravljačku promenljivu veličinu "promena stanja brodske prevodnice" (PO) koja je izražena u tri kategorije: "promena" (P), "nema promene" (N) i "neodređeno" (X).

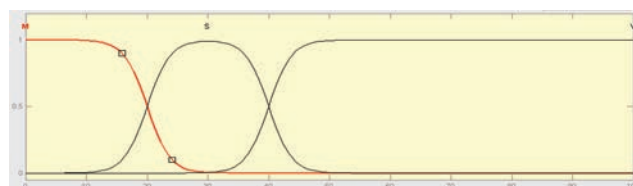
Drugi korak predstavlja definisanje uslovnog pretvarača i utvrđivanje na koji način se promenljive veličine stanja procesa izražavaju kao fazi skupovi. Subjektivne procene rukovaoca brodske prevodnice koje predstavljaju promenljive veličine stanja sistema mogu se kvantifikovati pomoću fazi skupova čije su funkcije pripadnosti kontinualne funkcije.

Vrednosti promenljive UBO predstavljene su fazi skupovima koji su prikazani na slici 2.



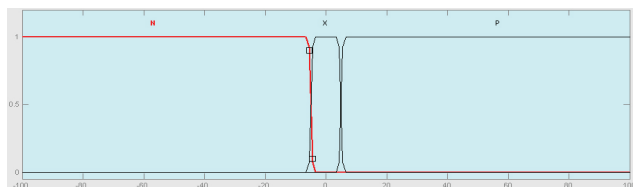
Slika 2. Fazi skupovi fazi promenljive veličine UBO

Vrednosti fazi promenljive UBZ predstavljene su fazi skupovima koji su prikazani na slici 3.



Slika 3. Fazi skupovi fazi promenljive veličine UBZ

Vrednosti fazi promenljive PO predstavljene su fazi skupovima koji su prikazani na slici 4.



Slika 4. Fazi skupovi fazi promenljive veličine PO

Sledeći korak predstavlja konstruisanje fazi upravljačkih pravila, tj. određivanje koja pravila se primenjuju pod određenim uslovima. Po definisanju vrednosti fazi promenljivih veličina vrši se konstruisanje verbalnih pravila. Ovo se radi za sve kombinacije vrednosti ulaznih i upravljačkih promenljivih veličina. Definisana pravila prikazana su u tabeli 1.

Tabela 1. Tabela upravljačkih pravila

		UBO		
		M	S	V
UBZ	M	N	X	P
	S	N	N	X
	V	N	N	N

Na primer, na osnovu tabele jedno od fazi pravila je:
AKO UBO = M I UBZ = S TADA PO = N

6. GENERISANJE UZORKA BRODOVA

Za potrebe simulacije generisan je jedinstven skup brodova. Svaki član ovog skupa sastoji se od dva elementa, vremena za koje brod stiže do brodske prevodnice i sa koje strane stiže do prevodnice. Broj brodova koji pristižu na brodsku prevodnicu varira u toku dana, nedelje i meseca u godini. Generisani skup brodova čini 2786 članova i predstavlja ukupni dotok brodova za godinu dana.

7. KRITERIJUMI ZA PROCENU REZULTATA

7.1. Kriterijum min. vremena čekanja

U interesu brodarica je da se prevođenje obavi što pre tj. da se što manje vremena provede u čekanju u zoni brodske prevodnice. Brodarima najviše odgovara ako se prevođenje broda obavi odmah po dolasku. Prvi kriterijum ima upravo taj cilj – minimizovanje vremena čekanja. U daljem tekstu koristiće se i skraćeni naziv za ovaj kriterijum – MC.

Ovaj kriterijum je realizovan u simulaciji na taj način što prioritet pri prevođenju ima brod koji je najranije stigao, bez obzira na to da li je brod stigao sa strane gde je zatvorena ili otvorena kapija brodske prevodnice.

7.2. Kriterijum min. broja prevođenja na prazno

Kriterijum minimalnog broja prevođenja na prazno zastupa interese vlasnika i radnika na brodskoj prevodnici. Svako menjanje nivoa vode u komori bez broda predstavlja nepotrebno trošenje energije za rad pumpi, i vode kojom se puni komora. U daljem tekstu koristiće se i skraćeni naziv za ovaj kriterijum – MP.

Ovaj kriterijum je realizovan u simulaciji na taj način što se prevođenja vrše naizmenično. Ukoliko sa jedne strane prevodnice dođe više brodova za redom, svi čekaju da prevodnica bude otvorena sa njihove strane tako što čekaju da se pojavi brod za prevođenje na suprotnoj

strani, a ako takvih brodova nema vrši se prevođenje na prazno.

8. PRIMENA FAZI SISTEMA ODLUČIVANJA U UPRAVLJANJU BRODSKOM PREVODNICOM

Rezultati su prikazani u tabeli 2. i obuhvataju rezultate dobijene pomoću oba kriterijuma i fazi sistema odlučivanja.

Tabela 2. Rezultati simulacije rada brodske prevodnice

	Broj prevođenja na prazno	Ukupno vreme čekanja	Prosečno vreme čekanja
MC	1410	11662	4.18
MP	50	8608042	3090.85
FSO	768	384361	138.01

Kod upravljanja pomoću fazi sistema odlučivanja imamo kompromis između ova dva kriterijuma. Imamo 768 prevođenja na prazno, što je 15 puta više nego kod kriterijuma koji minimizuje broj prevođenja na prazno, ali je vreme koje su brodovi čekali na prevođenje 22.4 puta manje nego kod ovog kriterijuma. To znači da povećanje vremena čekanja kod FSO u odnosu na MP ne prati linearno povećanje broja prevođenja na prazno. Sa druge strane, ako se gleda odnos između FSO i MC, vidi se da su brodovi po FSO upravljanju 33 puta duže čekali na prevođenje nego po kriterijumu koji minimizuje čekanje, dok je broj prevođenja na prazno kod FSO samo 1.83 puta manji nego kod ovog kriterijuma (brodska prevodnica je radila na prazno 6.687 dana kraće u godini).

Ova velika nelinearnost može se objasniti time što u bazi pravila fazi sistema odlučivanja imamo dva pravila od devet čiji izlaz je neodređen. Ukoliko se desi ovakva upravljačka akcija postoje dve osnovne mogućnosti za upravljanje prevodnicom. Prva je da se prevođenje ne izvrši ukoliko kapija brodske prevodnice nije otvorena sa strane na kojoj se nalazi najbliži brod koji prvi čeka na prevođenje. Ovakva akcija odgovara kriterijumu MP. Druga akcija je da se prevođenje najbližeg broda izvrši bez obzira na stanje prevodnice. Ova akcija odgovara prvom kriterijumu – MC. U realizaciji ove simulacije u slučaju neodređene upravljačke akcije primenjuje se prva akcija – ušteda energije i vode na brodskoj prevodnici. Ako bi se primenjivala druga akcija, rezultat bi bio kraće vreme čekanja i veći broj prevođenja na prazno.

9. OPTIMIZACIJA FAZI UPRAVLJAČKOG SISTEMA UPOTREBOM PSO ALGORITMA

Da bi mogli da uporedimo rad različitih fazi upravljačkih sistema (različiti u smislu različitih opsega fazi skupova) potrebno je da formiramo ocenu, tj. univerzalni kriterijum. U ovom slučaju takav kriterijum se naziva ekonomski kriterijum (E), i računa se na osnovu broja prevođenja na prazno i prosečnog vremena čekanja po brodu. Vrednost ovog kriterijuma dobija se izrazom (1):

$$E = A \cdot \text{broj_prevođenja_na_prazno} + B \cdot \text{prosecno_vreme_cekanja} \quad (1)$$

Oblik ekonomskog kriterijuma zavisi od ulaznog skupa brodova. Različiti generisani skupovi brodova koji dolaze do prevodnice će u simulaciji davati različite rezultate za broj prevođenja na prazno i vremena čekanja. Koeficijenti A i B određuju važnost članova u kriterijumu. U ovom slučaju $A=1$, a $B=1$ tj. članovi su ravnopravni. Za primenu PSO algoritma korišćeno je 100 jedinki i 10 iteracija. Svaka jedinka sadrži četiri vrednosti. Ove vrednosti zajedno sa graničnim vrednostima intervala $[0,100]$, nad kojim su definisani fazi skupovi, predstavljaju brojeve koji definišu oblik i poziciju sigmoidnih funkcija pripadnosti koje određuju fazi skupove. X_{UBO} i Y_{UBO} određuju oblik i poziciju funkcija pripadnosti za fazi promenljivu UBO, X_{UBZ} i Y_{UBZ} za fazi promenljivu UBZ.

Po izvršavanju PSO algoritma dobijeno je optimalno rešenje. Vrednosti parametara jedinki grupisale su se oko određenih vrednosti. Globalno najbolje rešenje je jedinka sa vrednostima parametara: $X_{UBO} = 38.89$; $Y_{UBO} = 61.94$;

$X_{UBZ} = 22.31$ i $Y_{UBZ} = 44.2$.

Na osnovu ovih vrednosti kreira se novi fazi upravljački sistem. U tabeli 3. prikazani su rezultati simulacije sa kriterijumima MC i MP, originalnim i optimizovanim fazi sistemom odlučivanja

Tabela 3. Uporedni prikaz rezultata simulacije za MC, MP, originalni i optimizovani FSO

	Prevođenja na prazno	Prosečno vreme čekanja	Ocena (E)
MC	1410	4.18	1414.18
MP	50	3090.85	3140.85
Originalni FSO	768	138.011	906.011
Optimizovani FSO	744	135.598	879.598

Na osnovu rezultata u tabeli može se zaključiti da su pomoću PSO optimizacije fazi sistema odlučivanja postignuta unapređenja i na broju prevođenja na prazno i na vremenu čekanja brodova. Ne sme se zaboraviti da su dobijeni rezultati u velikoj zavisnosti od generisanog skupa brodova i intenziteta dolazaka brodova do brodske prevodnice.

10. ZAKLJUČAK

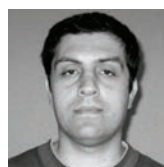
U ovom radu opisana je konstrukcija FSO za jednokanalnu brodsku prevodnicu sa dva suprotna stohastička toka zahteva za prevođenje. Zbog toga su i ulazne fazi promenljive dosta jednostavne. Sastoje se od po 3 fazi skupa. Upravljanje je opisano kroz devet fazi pravila. Dalji razvoj i istraživanja mogu da idu u dva pravca. Prvi je usložnjavanje funkcionisanja brodske prevodnice. U realnim sistemima brodske prevodnice se

često sastoje od dve ili više komora koje su povezane redno ili paralelno. Ovakvi sistemi bi imali kompleksniji skup fazi ulaznih promenljivih i fazi pravila a pružali bi i veće mogućnosti za optimizaciju skupa lingvističkih pravila, ulaznih promenljivih, itd. U realnim sistemima veličina broda igra vrlo važnu ulogu i za plovidbu veštačkim plovnim putevima i za prevođenje. Osim veličine broda na propusnu sposobnost utiče i eventualni prioritet za prevođenje. Ovo bi se moglo predstaviti dodatnim fazi pravilima unutar fazi sistema odlučivanja ili kreiranjem dodatnog fazi sistema odlučivanja koji bi prilagođavao odluke o prevođenju koje su donesene samo na osnovu udaljenosti broda od prevodnice i stanja prevodnice. FSO može da se pokaže kao pouzdana pomoć pri upravljanju brodskom prevodnicom ukoliko je pravilno konstruisan, tj. ako su opisne informacije dobijene od eksperta (prevodničara) dobro pretočene u fazi pravila a fazi skupovi dobro definisani.

11. LITERATURA

- [1] S. Dragović, L. Maksimović, S. Pantelić, P. Pantelić: "History of Drainage and Irrigation in Vojvodina – The Province of Serbia and Montenegro", *Integrated Land and Water Resources Management in History*, Schriften der DWhG, Sonderband 2, Siegburg, pp 133-149, 2005.
- [2] T. Bačkalić: "Upravljanje saobraćajem na veštačkim plovnim putevima ograničenih dimenzija u funkciji njihove propusne sposobnosti", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, doktorska disertacija, 2000.
- [3] G.J. Klir, B.Yuan: "Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers / by Lofti A. Zadeh", World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 1996.
- [4] L.A. Zadeh: "The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate reasoning", *Information Science, Elsevier*, Vol. 8, No.3 pp 199-249, 1975.
- [5] P. Subašić: "Fazi logika i neuronske mreže", Tehnička knjiga, Beograd 1997.
- [6] S. Lancaster: "Fuzzy Logic Controllers", Maseeh College of Engineering and Computer Science at PSU, 2008.
- [7] J. Kennedy, R.C. Eberhart, Y. Shi: "Swarm intelligence", Morgan Kaufmann division of Academic Press, San Francisco, 2001.

Kratka biografija



Uroš Kuzmanov rođen je u Zrenjaninu 16. avgusta 1984. Završio je osnovnu školu "dr Jovan Cvijić" i Zrenjaninsku gimnaziju. Na Fakultet tehničkih nauka, smer Računarstvo i automatika upisao se školske 2003/2004 godine.

UPRAVLJAČKI MODUL ZA IZVRŠAVANJE DISTRIBUIRANIH ZADATAKA NA SOLR PLATFORMI

THE CONTROL MODULE FOR THE EXECUTION OF DISTRIBUTED TASKS FOR THE SOLR PLATFORM

Dorđe Nedeljković, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada je predstavljena implementacija upravljačkog modula za izvršavanje distribuiranih zadataka indeksiranja sadržaja za pretragu. Za implementaciju je korišćen programski jezik Java i to verzija 1.7. Zbog svoje modularne arhitekture ovaj sistem ima osobinu lakog održavanja i proširivosti. Upravljački modul poseduje visok nivo konfigurabilnosti i kao takav predstavlja moćan upravljački dodatak Solr platformi za pretragu.

Abstract – This paper presents one implementation of a control module for the execution of distributed indexing tasks. Java 1.7 programming language is used for the implementation. Because of its modular architecture, this system is easy to maintain and extend. The control module is highly configurable and as such is powerful extension to the Solr search platform.

Ključne reči – Solr, Lucene, Quartz, Java, Text search, Control module, distributed tasks

1. UVOD

U ovom radu će biti prikazan distribuirani sistem za pretraživanje, baziran na Solr sistemu, koji predstavlja poslovnu programsku platformu za pretragu. Sistem se sadrži iz tri servera za pretragu. U početnom obliku, svaki od servera je sam sebi davao periodične zadatke i nije bio svestan ostalih servera. Većina tih zadataka se odnosila na osvežavanje indeksa za pretragu. Ovakva arhitektura sistema je davala solidne rezultate ali u modernom svetu se uvek teži ka boljem i stabilnijem rešenju. U cilju poboljšanja osobina sistema, nastala je potreba za realizacijom upravljačkog modula koji bi izvršavao distribuirane zadatke nad ovim serverima i tako ih pripremao da daju najbolje i najbrže rezultate pretrage kao posledica poboljšanog osvežavanja indeksa.

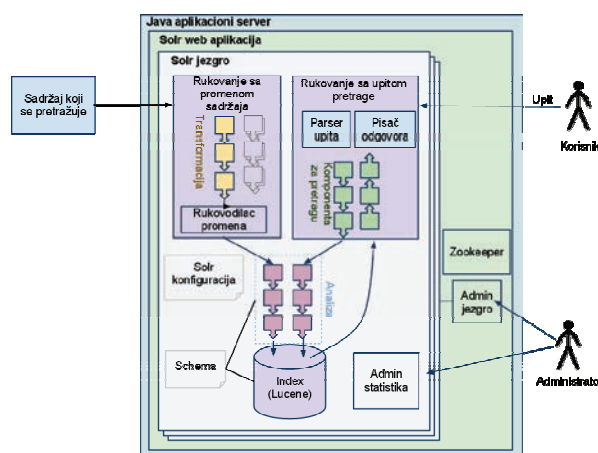
2. TEHNOLOGIJE

2.1. Solr

Solr je moćna poslovna programska platforma za pretragu razvijena u Java programskom jeziku [1]. Razvijena je od strane Apache fondacije sa osnovama na Lucene projektu i njen izvorni kod je otvoren za menjanje.

Izvršava se kao samostalni Full-Text (tip pretrage kod koje pretraživač traži sve reči u svakom skladištenom dokumentu) server za pretragu unutar servlet kontejnera

kao što je Apache Tomcat. U internoj implementaciji u svom jezgri koristi Lucene Java biblioteke za indeksiranje i pretragu. Moćna vanjska konfiguracija omogućava prilagođavanje bilo kom tipu aplikacije bez korišćenja dodatnog programskog koda. Sistem takođe poseduje dobro organizovanu arhitekturu za proširenja u slučajevima kada su dodatna podešavanja neophodna.



Slika 2.1. Arhitektura Solr platforme

Na slici 2.1 se vidi arhitektura Solr sistema. Sadržaj koji se pretražuje može da potiče iz različitih izvora. Mogući izvori podataka su internet sajtovi, baze podataka, lokalni fajlovi u fajl sistemu, XML fajlovi i mnogi drugi. Pre indeksiranja, sadržaj se transformiše unutar podsistema za promenu sadržaja.

Indeksiranje i pretraga unutar Solr platforme se bazira na Lucene biblioteci. Lucene je biblioteka za pretragu teksta čiji je kod otvoren za menjanje [2], a pretraga ostvarena ovom bibliotekom je veoma efikasna. Ova biblioteka je napravljena 2000. godine i od tada se stalno razvija. Činjenica da je napisana kao biblioteka otvorenog koda dorinela je da postoji jako online društvo za podršku. Lucene je samo biblioteka, nije server što je jako bitno. Nema čak ni konfiguracione fajlove. Da bi koristili Lucene direktno, morali bismo sami napisati kod koji će sačuvati i kasnije pretraživati indeks u memoriji. Zbog ovih činjenica je nastala Solr platforma za pretragu.

2.2. Quartz

Posao raspodele poslova u distribuiranom sistemu se vrši preko Quartz-a, softverske aplikacije koja ima ulogu job scheduler (raspoređivača poslova) [3]. Raspoređivači poslova imaju zadatak samostalnog pozadinskog izvršavanja unapred planiranih i zadatih batch (serijskih) poslova ili obaveštavanja drugih sistema da je neki proces

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Vidaković.

završen. Quartz je deo *open source* projekta namenjenog za korišćenje uz bilo koju vrstu Java aplikacije. Quartz API je dovoljno jednostavan za najprostije planiranja poslova ali i zadovoljavajuće moćan za upravljanje čitavim tokom aplikacija.

Quartz dopušta da se poslovi rasporede po vremenskim intervalima ili dobu dana [4]. Moguće je napraviti više tipova veza između poslova i okidača, povezati više poslova sa više okidača ili grupisati poslove na jedan okidač. Aplikacija koja sadrži ovaj API može ponovo iskoristiti poslove iz različitih događaja i grupisati više poslova za jedan događaj. Važna je i osobina perzistentnosti, odnosno mogućnosti da se raspored zapamti i nakon gašenja i ponovnog pokretanja sistema. Ovo je moguće samo ukoliko se poslovi pamte u bazi podataka na stalnom disku. Brže i češće primeneno rešenje se bazira na upotrebi RAM memorije, ali ne omogućuje ponovno pokretanje nakon gašenja.

Dve osnovne komponente u planiranju poslova sa Quartz-om su poslovi i okidači. Posao je izvršni zadatak koji može biti zakazan, a okidač daje raspored za posao. Dok su ova dva entiteta mogla biti u kombinaciji, njihovo odvajanje je ovde izvedeno namerno i pokazalo se izuzetno korisnim. Imajući u vidu da se poslovi obavljaju odvojeno od svojih rasporeda, ovim se omogućava promena njihovih rasporeda bez gubljenja samog posla ili zakazivanje istog posla sa više okidača. Okidači se mogu podeliti na jednostavne okidače – pokreću se na svakih N jedinica vremena i hronološke okidače - koriste posebne hronološke izraze.

Hronološki okidači omogućavaju pravljenje specifičnijih rasporeda koji više podsećaju na kalendarske intervale. Hronološki izrazi se sastoje od sedam polja koja se razdvajaju razmakom: sekunda, minut, sat, dan u mesecu, mesec, dan u nedelji i godina. Sva polja sem godine su obavezna i mogu da sadrže određene dozvoljene vrednosti ili specijalne znakove koji su prikazani u tabeli 2.1.

Ime polja	Obavezno	Dozvoljene vrednosti	Dozvoljeni specijalni znakovi
sekunda	da	0-59	, - * /
minut	da	0-59	, - * /
sat	da	0-23	, - * /
dan u mesecu	da	1-31	, - * ? / L W C
mesec	da	0-11 or JAN-DEC	, - * /
dan u nedelji	da	1-7 or SUN-SAT	, - * ? / L C #
godina	ne	prazno ili 1970-2099	, - * /

Tabela 2.1. Tabela polja izraza i njihovih vrednosti

Specijalni znakovi imaju svoja značenja u izrazima čime mogu da ih prošire ili specificiraju na složenije intervale:

▲ Obrnuta kosa crta (/) - označava vrednost inkrementa.

Primer: 5/15 u drugom polju označava da će se zadatak izvršavati na svaku petnaestu sekundu počevši od pete sekunde.

▲ Upitnik (?) – dozvoljen samo u poljima dan u nedelji ili dan u mesecu. Označava da vrednost u top polju nije bitna, tj. ako smo već specificirali dan u nedelji, onda dan u mesecu nije važan.

Primer: 0 0 12 15 * ? se izvršava svakog petnaestog u mesecu u podne, nebitno koji je dan u nedelji.

▲ Znak L - dozvoljen samo u poljima dan u nedelji ili dan u mesecu. Označava poslednji dan u mesecu ili nedelji pri čemu je ekvivalentan vrednosti 7.

Primer: 1L zanači da se zadatak izvršava poslednjeg ponedeljka u mesecu.

▲ Znak W - koristi se samo u polju dan u mesecu i označava radni dan najbliži datoj vrednosti.

Primer: 1W u polju dan u mesecu zakazuje zadatak za radni dan najbliži prvom u mesecu.

▲ Taraba (#) - koristi se samo u polju dan u nedelji i označava određeni primer dana u nedelji za određeni mesec.

Primer: Mon#2 izvršava zadatak samo drugi ponedeljak u mesecu.

▲ Zvezdica (*) - označava sve moguće vrednosti dozvoljene tim poljem.

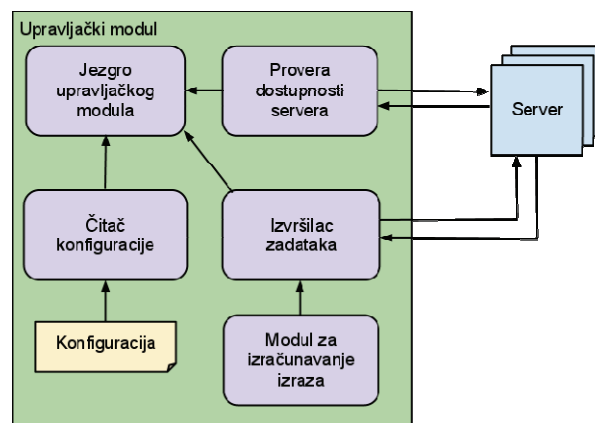
Primer: 0 0 12 * * ? se izvršava svaki dan u podne, nebitno koji je dan u mesecu ili mesec.

Iako na prvi pogled hronološki izrazi deluju komplikovano, posle vrlo kratkog korišćenja postaju laki za upotrebu i intuitivni.

Primer upotrebe Quartz-a koji koristi hronološke izraze bi mogao biti posao zakazivanja nekog izračunavanja statističkih podataka za dati mesec koji bi vršio server kada se procenjuje da je najmanje opterećen, recimo svake poslednje subote u mesecu u 3:30 ujutru: 0 30 3 ? * 7L

3. IMPLEMENTACIJA

Upravljački modul za izvršavanje distribuiranih zadataka se sastoji iz pet modula koji se mogu videti na slici 3.1.



Slika 3.1. Arhitektura upravljačkog modula

Kao što se može videti sa slike 3.1 upravljački modul se sastoji iz jezgra, modula za proveru dostupnosti servera, modula za čitanje konfiguracije, modula za izvršavanje zadataka i modula za izračunavanje izraza.

3.1. Jezgro upravljačkog modula

Jezgro upravljačkog modula u sebi sadrži mape servera, konstanti, promenljivih, grupa i zadataka. Definicije ovih mapa se učitavaju u modulu za čitanje konfiguracije.

Modul za čitanje konfiguracije učitava konfiguraciju koja se nalazi u datoteci *tasks.def*. U ovom fajlu se nalaze definicije konstanti upravljačkog modula, servera, grupa servera, promenljivih koje služe za izračunavanje uslova koji definišu da li neki zadatak treba ili ne treba da se izvršava, i na kraju definicije samih zadataka. Konfiguracija je podeljena u sekcije i to sekciju sa konstantama, sa definicijama servera, sa definicijama grupa, sa definicijama promenljivih i na kraju sa definicijama zadataka.

Mapa servera u sebi sadrži spisak svih servera u sistemu. Na osnovu ove mape modul za izvršavanje distribuiranih zadataka zna kom sledećem serveru da preda zadatak, ako prvi server iz liste nije dostupan. Primer konfiguracije je dat u listingu 3.1.

```
[SERVERS]
server.1=http://localhost:7001/sus/
server.2=http://localhost:7002/sus/
server.3=http://localhost:7003/sus/
```

Listing 3.1. Konfiguracioni parametri za sekciju [SERVERS]

Mapa promenljivih sadrži vrednosti promenljivih koje se koriste u izrazima koji odlučuju da li je izvršavanje nekog zadatka dozvoljeno ili nije. Primer konfiguracije je dat u listingu 3.2.

```
[VARS]
inclAvailable=1
inchAvailable=1
slaveCalledCounter=0
masterCalledCounter=0
```

Listing 3.2. Konfiguracioni parametri za sekciju [VARS]

Mapa grupa sadrži listu servera koji su u istoj grupi i na kojima se izvršava isti zadatak, kao što je prikazano u listingu 3.3.

```
[GROUPS]
group.1=server.1
group.2=server.2, server.3
```

Listing 3.3. Konfiguracioni parametri za sekciju [GROUPS]

Mapa zadataka u sebi sadrži sve zadatke u sistemu. U njoj se čuvaju podaci klase *JobTask* koja u sebi sadrži ime zadatka, ime servera, cron izraz za definiciju vremena izvršavanja, url sufiks za identifikaciju servera, uslov za izvršavanje, izraz za izmenu promenljivih pre izvršavanja zadatka, izraz za izmenu promenljivih posle izvršavanja zadatka, kada je poslednji put uspešno izvršen, kada je poslednji put neuspešno izvršen, broj neuspešnih pokušaja i na kraju status, kao što je prikazano u listingu 3.4.

```
[TASKS]
GETURL;FIRST;group.1;0/30 * * * *
?;inclAvailable;/db?cmd=incl;inclAvailable=0;inclAvailable=1
GETURL;FIRST;group.1;15/30 * * * *
?;inchAvailable;/db?cmd=inch;inchAvailable=0;inchAvailable=1
GETURL;ALL;group.2;0/5 * * * *
?;1==1;/db?cmd=inch;slaveCalledCounter=slaveCalledCounter+1;slaveCalledCounter=slaveCalledCounter+1
```

Listing 3.4. Konfiguracioni parametri za sekciju [TASKS]

3.2. Modul za proveru dostupnosti servera

Modul za proveru servera koristi klasu *SolrServer* za kreiranje i izvršavanje komande za proveru dostupnosti servera.

Metoda za proveru dostupnosti servera se bazira na prozivanju zadatog servera. Pomoću metode *pingServer* klase *LBHttpSEServer*, kreira se upit ka zadatom serveru. Klasa *LBHttpSEServer* (load balanced http search engine server) je wrapper klasa od *CommonsHttpSolrServer* klase i ona je napravljena da se koristi kada postoji više search engine servera, a potrebno je balansiranje opterećenja između njih. Ona proziva metodu *processPing* klase *ControlRequestHandler*, koja će vratiti uspešan odgovor u vidu XML poruke koja će između ostalog sadržati vreme podizanja servera i datum podizanja servera kako bi kontrolni modul mogao prepoznati eventualno resetovanje nekog od servera.

3.3. Modul za izvršavanje zadataka

Modul za izvršavanje zadataka koristi klasu *SolrServer* za kreiranje i izvršavanje zadataka.

Metoda koja izvršava zadatak je slična metodi za proveru dostupnosti servera. Metoda *checkPage* klase *LBHttpSEServer*, kreira upit ka serveru i na osnovu URL-a i parametara mu daje komandu za izvršavanje zadatka. Na kraju ova metoda vraća rezultat izvršavanja zadatka. Pre poziva ove metode proveravaju se da li su zadovoljeni svi uslovi da se ovaj zadatak izvrši. Nakon poziva i uspešnog izvršavanja zadatka, takođe se izvršavaju akcije koje po potrebi menjaju trenutne uslove za izvršavanje ovog zadatka.

4. ZAKLJUČAK

Realizovani projekat predstavlja upravljački modul za izvršavanje distribuiranih zadataka indeksiranja sadržaja za pretragu. Ovaj modul je dodatak *Solr* platformi za pretragu. Dodavanjem ovog modula postojećoj poslovnoj platformi za pretragu, ova postojeća infrastruktura je unapređena. Dobila je na stabilnosti, konfigurabilnosti, optimizaciji perioda indeksiranja a samim tim i boljim performansama pretrage.

5. LITERATURA

- [1] Apache Solr official site <http://lucene.apache.org/solr/>
- [2] David Smiley, Eric Pugh. *Solr 1.4 Enterprise Search Server*. Birmingham, 2009. ISBN 978-1-847195-883
- [3] Quartz documentation: <http://www.quartz-scheduler.org/>
- [4] IBM developerworks: <http://www.ibm.com/developerworks/java/library/j-quartz/>

Kratka biografija:

Dorđe Nedeljković je rođen u Splitu 1985. godine. Diplomski master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Računarstvo i automatika – Računarske nauke i informatika, odbranio je 2012. godine.

Milan Vidaković je rođen u Novom Sadu 1971. godine. Doktorirao je 2003. godine na Fakultetu tehničkih nauka, a 2009. godine izabran je za vanrednog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika* na Fakultetu tehničkih nauka.

MEDICINSKE APLIKACIJE ZA POREMEĆAJE SLUHA I GLASA**MEDICAL APPLICATIONS FOR HEARING AND VOICE DISORDERS**

Ivan Škrobot, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad,*
Slobodan M. Mitrović, *Medicinski fakultet, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu obrađene su dve vrste otorinolaringoloških poremećaja: tinitus i govorni poremećaji. Dat je opis poremećaja kao i neke od metoda za njihovo lečenje. Takođe, objašnjeni su akustički parametri govornog signala na osnovu čijih vrednosti se mogu otkriti promene, koje mogu biti uzrok pojave glasovnih poremećaja. Prikazana je aplikacija pomoću koje je moguće odrediti tri parametra glasa: osnovnu učestanost, jitter i shimmer. Dobijeni rezultati su poređeni sa rezultatima dobijenim pomoću profesionalnih programa.

Abstract – In this paper two types of ENT disorders are discussed: tinnitus and voice disorders. Description of disorders is given, and some methods for their treatment. Also, it is given an insight in acoustic parameters of speech signal that can give a clue what disorder patient has. Application that can estimate three voice parameters: fundamental frequency, jitter and shimmer is also presented. The results are compared with results obtained by professional programs.

Ključne reči: Tinitus, govorni poremećaji, osnovna učestanost, jitter, shimmer.

1. UVOD

Veliki broj ljudi širom sveta pati od nekog od poremećaja uha, grla ili nosa. Neki od ovih poremećaja toliko su izraženi da onemogućavaju osobe kod kojih se poremećaj javio, da obavljaju osnovne životne aktivnosti. U prošlosti je postojao mali broj terapija za lečenje samo određenih vrsta poremećaja. Danas postoje različite vrste terapija koje mogu da doprinesu poboljšanju kvaliteta života a u nekim slučajevima mogu da dovedu i do potpunog izlečenja.

U ovom radu obrađene su dve vrste poremećaja: tinitus i glasovni poremećaji. Tinitus je vrlo složen simptom i osobe koje pate od tinitusa imaju osećaj zujanja u ušima. Postoje različite terapije koje se koriste za ublažavanje neprijatnosti koje ovaj simptom izaziva.

Što se tiče glasovnih poremećaja, postoji velik broj različitih promena koje mogu biti uzrok poremećaja i od velike je važnosti dobro ih dijagnostikovati. U radu je prikazana aplikacija za računare, pomoću koje se analizira glas korisnika i vrši estimacija tri parametra: osnovne učestanosti, jitter-a i shimmer-a. Takođe, omogućen je prikaz rezultata na odgovarajući način.

Na osnovu vrednosti parametara moguće je izvršiti procenu da li postoje određene nepravilnosti u glasu, i po

određivanju uzroka poremećaja pomoću ove aplikacije moguće je pratiti uspešnost terapije. Veoma je važno imati objektivne pokazatelje o uspešnosti određene vrste terapije, jer bi i drugi specijalisti mogli da iskoriste te rezultate prilikom predlaganja terapije.

Prava dokumentacija (kako objektivnih tako i perceptivnih merenja) može da smanji vreme koje je potrebno za poboljšanje glasa pacijenta. Da bi sve ovo bilo moguće, bilo je potrebno ispitati odgovarajuće medicine aspekte i realizovati postupke za obradu signala.

2. TINITUS

Tinitus (zujanje u ušima) je simptom koji je poznat hiljadama godina. Postoji puno različitih oblika tinitusa koji mogu u manjoj ili većoj meri da utiču na kvalitet života osobe koja ga poseduje. Zbog toga postoji i velik broj definicija ovog simptoma. ANSI (*American National Standards Institut*) je 1969 godine definisao tinitus kao: „osećaj zvuka bez spoljnog nadražaja [1, 2]. Postoje dve osnovne vrste tinitusa:

1. objektivni tinitus
2. subjektivni tinitus

Objektivni tinitus prouzrokuje zvuk koji je generisan u telu i sproveden do uha. Može biti izazvan turbulencijama u protoku krvi ili kontrakcijama mišića.

Kod subjektivnog tinitusa nema vidljivih simptoma bolesti [3]. Objektivni tinitus može biti otkriven uz pomoć posmatrača korišćenjem auskultacione tehnike. Subjektivni tinitus može da otkrije samo osoba koja pati od tinitusa.

Subjektivni tinitus može imati različite oblike: može biti visoko-frekvencijski zvuk koji liči na zvuke koje proizvodi cvrčak, visoko-frekvencijski ili nisko-frekvencijski ton, konstantan ili treperući. Tinitus može biti prisutan u svakom trenutku ili se može pojaviti samo ponekad. Pacijentov opis simptoma je jedini trag i on je najčešće pogrešan, jer pacijenti uglavnom ukazuju na uho, što je retko mesto problema. Abnormalna neuralna aktivnost u mozgu je uzrok subjektivnog tinitusa.

Postoje dva načina na koja se abnormalna neuralna aktivnost koja nastaje u mozgu, može interpretirati kao zvuk.

Jedan je kroz neuralne aktivnosti periferno od slušnog sistema koje imitiraju aktivnosti izazvane zvukom, a koje dolaze do uha.

Drugi način je kroz abnormalnu neuralnu aktivnost koja je generisana duž slušnog puta.

2.1. Lečenje tinitusa

Lečenje subjektivnog tinitusa predstavlja jedan od najvećih izazova kod poremećaja sluha. Do sada, svi

NAPOMENA:

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

dostupni načini lečenja imali su malo do umereno uspeha. U upotrebi je mnogo različitih metoda lečenja, a još više njih je tokom godina testirano i odbačeno.

Najčešće je cilj lečenja teškog oblika tinitusa da se potpuno eliminišu simptomi, međutim to se retko postiže. Ipak, često je moguće smanjiti uticaj tinitusa čime se poboljšava kvalitet života osobe koja boluje od ovog simptoma. Bolje je ne postavljati visok cilj kao što je eliminacija tinitusa jer je moguće da se pacijent razočara i da pokuša neku drugu vrstu lečenja koja opet može dovesti do razočaranja. Ne postoji objektivni test kojim se može odrediti ozbiljnost tinitusa ili samo odrediti da li je tinitus prisutan ili nije. Zbog toga način lečenja u velikoj meri zavisi od pacijentove procene tinitusa.

Jedna od metoda koja se koristi za lečenje tinitusa jeste terapija spoljašnjim zvučnim nadražajima. Ona se često preporučuje jer ne uključuje složene operacije i korišćenje lekova koji mogu biti štetni za organizam.

Jedan od načina da se ublaži zujanje u ušima jeste da se osobe kod kojih se ovaj simptom javio naviknu na tinitus. Dugotrajno maskiranje tinitusa spoljašnjim zvučnim nadražajem može da dovede do navikavanja pacijenta na tinitus, pri čemu spoljašnji nadražaj mora da bude zvuk koji ne izaziva osećaj neprijatnosti kao tinitus.

Često se kao zvučni nadražaji koriste zvuci iz prirode, poput zvuka morskih talasa, kiše i vodopada. Međutim, pošto zvučna terapija traje više meseci pa i godina, velikom broju ljudi posle izvesnog vremena ovi zvuci dosade i oni prestanu sa terapijom. Jedan od načina da se ovo spreči jeste da se umesto zvukova iz prirode koristi muzika koju pacijent sam odabere. Kao terapiju, pacijent treba da sluša muziku koju sam izabere i koja će biti modifikovana u zavisnosti od frekvencije na kojoj se tinitus javlja kod tog pacijenta.

Muzika je modifikovana tako što se neprestano pojačava i smanjuje jačina zvuka u celom regionu oko tinitusne frekvencije, čime dolazi do delimičnog maskiranja tinitusa. Muzika bi trebalo da maskira tinitus i smanji stres, čime bi doprinela relaksaciji osobe i time još više uticala na smanjenje neprijatnog osećaja do kojeg tinitus dovodi.

3. GLASOVNI POREMEĆAJI

Pomoću glasa ljudi međusobno razmenjuju svoje misli i osećanja. Poruke možemo slati na različite načine, govornim ili pevanim glasom. Poremećaj glasa se desio kada sam glas postane fokus slušaoca. Ovi poremećaji nastaju usled promena u anatomiji i/ili fiziologiji grkljana i zbog njih zvučni signal zvuči drugačije nego kod osoba bez poremećaja. Akustičke promene mogu da budu u frekvenciji, amplitudi, trajanju i spektru. Slušalac doživljava ove promene kao poremećaje glasa.

Glasovni poremećaji mogu da nastanu zbog različitih promena na grkljanu, pre svega na glasnicama kao generatoru glasa. Što se tiče anatomskih promena, na slobodnim ivicama glasnica se mogu pojaviti izrastaji (tumori) ili otoci ali takođe može doći i do atrofije mišića glasnica. Promene u funkciji glasnica se manifestuju tako što sluznica glasnice ne vibrira na uobičajen način, kao talas. Vokalni nabori – glasnice mogu biti suviše zategnuti ili suviše opušteni. Može nastati nejednaka pokretljivost glasnica ka medijalnoj liniji glotisa ili potpuna nepokretnost jedne ili obe glasnice. Svi ovi

poremećaji mogu da izazovu promene u brzini oscilovanja glasnica što dovodi do promena osnovne učestanosti i harmonika zvučnog signala. Osnovna učestanost može biti suviše niska ili suviše visoka, kao i suviše mirna što dovodi do nestanka normalne melodije govora, kada je glas monoton.

Anatomske ili fiziološke promene takođe mogu da izazovu glasovne poremećaje koji su u vezi sa amplitudom i njenom percepcijom, jačinom zvuka. Kao i kod osnovne učestanosti, amplituda može biti suviše niska pa je glas previše tih, ili suviše visoka tako da se glas doživljava kao previše glasan. Takođe, amplituda zvučnog signala može da varira u maloj meri pa je glas ujednačene jačine ili može previše da varira.

Kada anatomske i fiziološke promene na vokalnim naborima ili grkljanu utiču da vazдушna struja prebrzo nestane dolazi do promene trećeg akustičkog parametra, dužine zvučnog signala. Promene dužine zvučnog signala nije lako uočiti dok osoba priča brzo, ali se za vreme pevanja ili izgovora dužih samoglasnika ove promene uočavaju.

Promene vezane za četvrti parametar, spektar, utiču na doživljaj glasa odnosno njegove psihoakustičke karakteristike. Ako postoje različite brzine vibriranja između dve glasnice ili različitih delova jednog vokalnog nabora tada će postojati akustička energija između harmonika govornog signala. Ova akustička energija se doživljava kao šum, a šuman ili hrapav glas kao grub i promukao. Ako se vokalni nabori skupe previše čvrsto onda će postojati velika energija u harmonicima na višim frekvencijama spektra. Ova spektralna varijacija se doživljava kao stegnut glas. Ako su vokalni nabori previše opušteni onda će biti manje energije u harmonicima na višim frekvencijama spektra i imaćemo doživljaj dahtavog glasa. I na kraju ako se glasnice zatvore pre nego što osoba uspe da izgovori reč, rezultujući glas će biti praćen teškom stisnutošću glotisa. Glas će tada biti sa suviše velikim pritiskom, povremeno obezvučen.

Promene u ova četiri akustična parametra utiču na glasovne promene koje slušaoci doživljavaju kao poremećaje glasa. Ipak ne postoje jasne granice između glasa kojeg slušaoci smatraju normalnim i glasa sa umerenim poremećajima.

4. AKUSTIČKI PARAMETRI GOVORNOG SIGNALA

Akustički parametri koji se najčešće koriste u kliničkoj praksi su:

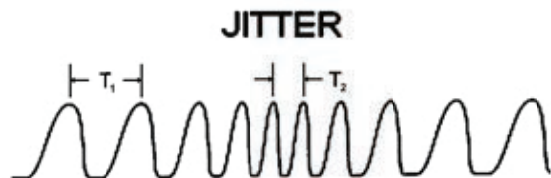
1. osnovna učestanost (f_0)
2. *jitter*
3. *shimmer*
4. *NHR (Noise-to-Harmonics Ratio)*
5. spektar

Ovi parametri su u širokoj upotrebi, delom i zbog toga što ih je moguće odrediti upotrebom različitih elektronskih uređaja.

Osnovna učestanost je definisana kao najniža učestanost periodičnih talasa i predstavlja jedan od najvažnijih parametara govornog signala. Meri se u hercima (Hz) i predstavlja broj ciklusa u sekundi. Vreme između uzastopnih otvaranja i zatvaranja glasnica naziva se osnovni

period (T), a njegova recipročna vrednost predstavlja osnovu učestanost f_0 .

Različite promene na tkivu vokalnih nabora mogu da izazovu njihove neregularne, aperiodične vibracije što može promeniti izvorni glotalni signal od jednog do drugog perioda. Ova pojava, odnosno nepostojanje dva jednaka perioda, primećena je prilikom analize govora pomoću osciloskopa i nazvana je *jitter*, slika 1 [5]. Dakle, *jitter* je jedan od akustičkih parametara govornog signala i predstavlja kratkoročne varijacije osnovne učestanosti.

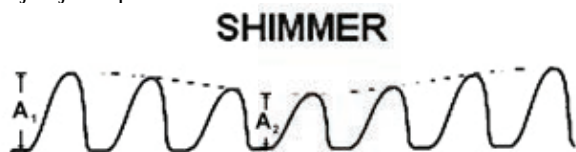


Slika 1 - *Jitter*

Do *jitter-a* dolazi zbog nedostatka kontrole vibriranja vokalnih nabora i razlikuje se od osobe do osobe. Koristi se prilikom određivanja poremećaja glasa i najčešće se za svrhe merenja koriste dugi samoglasnici. Ako ima vrednost koja je veća od određene granice, glas je patološki. Otkriveno je da vrednosti *jitter-a* zavise od starosti i od pola osobe. Muškarci imaju veće apsolutne vrednosti *jitter-a* od žena. Tokom godina, promene osnovne učestanosti su sve izraženije što dovodi do sve većih vrednosti za *jitter* i sve izraženije hrapavosti glasa [6].

Ipak mogućnosti da se iskoristi *jitter* za prepoznavanje starosti osobe redukovan je samo na dva intervala [7].

Usled masovnih oštećenja vokalnih nabora, odnosno zbog postojanja određenih poremećaja dolazi do pojave *shimmer-a*, slika 2. *Shimmer* je jedna od akustičkih karakteristika govornog signala i predstavlja kratkotrajne varijacije amplitude.



Slika 2 - *Shimmer*

Poput *jitter-a*, i *shimmer* se koristi prilikom određivanja poremećaja glasa i zavisi od pola i starosti osobe. Tokom godina promene amplitude su sve izraženije što dovodi do sve većih vrednosti za *shimmer* i sve izraženije hrapavosti glasa.

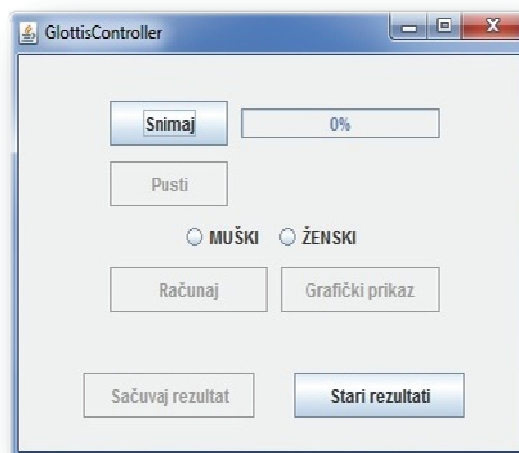
5. APLIKACIJA

Aplikacija realizovana u okviru ovog rada nosi naziv *Glottis Controller* i služi za određivanje tri parametra: osnovne učestanosti, *jitter-a* i *shimmer-a*, kao i za prikaz rezultata.

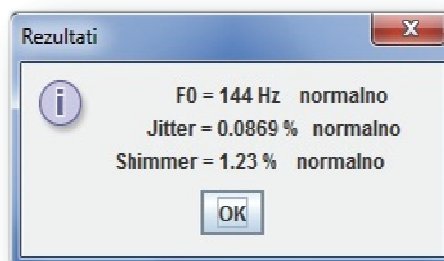
Izgled aplikacije prilikom startovanja je prikazan na slici 3. Pritiskom na dugme "Snimaj" vrši se snimanje, pri čemu osoba čiji glas se snima treba tri sekunde da izgovara određeni vokal (najčešće je to vokal /a/).

Progress bar pored dugmeta pokazuje koliko će još trajati snimanje. Snimljeni signal može se reprodukovati pomoću dugmeta "Pusti". Ovako se može reprodukovati samo poslednji snimljeni signal. Pre računanja rezultata

potrebno je selektovati pol osobe čiji glas se ispituje. Pritiskom na dugme "Računaj" dobija se prikaz rezultata kako na slici 4.

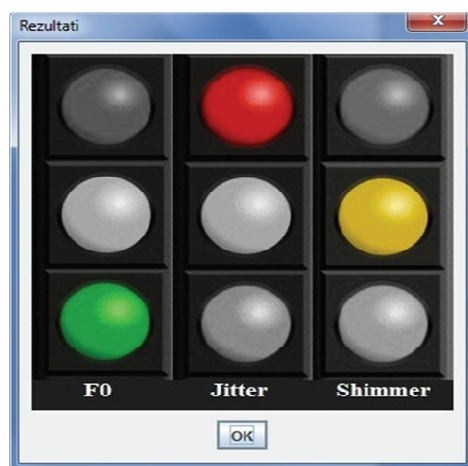


Slika 3 - Prikaz aplikacije



Slika 4 - Prikaz rezultata

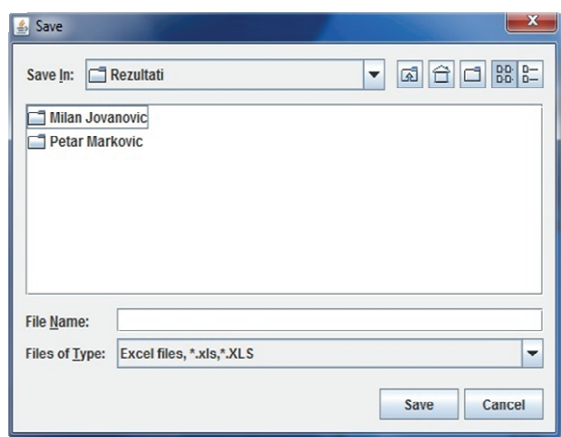
Drugi način da se prikažu rezultati je pomoću dugmeta "Grafički prikaz", slika 5.



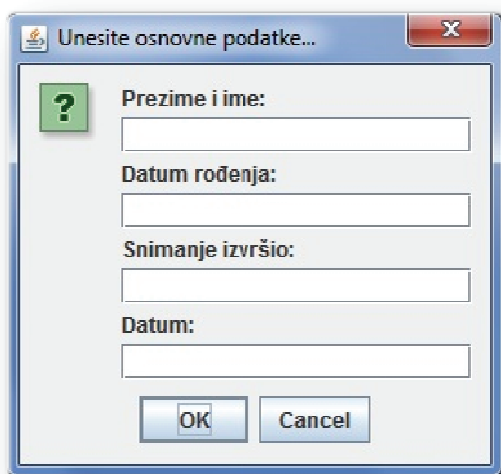
Slika 5 – Grafički prikaz rezultata

Za trajno zapisivanje rezultata koristi se dugme "Sačuvaj rezultat". Pritiskom na dugme otvara se prozor koji je prikazan na slici 6, u kome je moguće napraviti novi folder ili izabrati već postojeći za snimanje rezultata merenja. Nakon izbora foldera u koji će se snimiti fajl, unosi se ime fajla i klikne na *Save*. Otvoriće se prozor, prikazan na slici

7, u koji treba uneti osnovne podatke o pacijentu, osobi koja izvodi snimanje i datum snimanja.



Slika 6 - Izgled prozora u kome se biraju folderi



Slika 7 - Izgled prozora u koji se unose osnovni podaci

Rezultatima se najlakše može pristupiti pomoću dugmeta "Stari rezultati" jer se klikom na ovo dugme otvara prozor u kome se nalaze folderi sa rezultatima snimanja. Rezultati dobijeni pomoću ove aplikacije poređeni sa rezultatima dobijenim pomoću programa *Praat*. Ovaj program se koristi kao referenca u mnogim naučnim radovima koji su povezani sa obradom signala. U *Praatu* je kao i prilikom korišćenja aplikacije snimano 3 sekunde određenog vokala i zatim je analiziran dobijeni signal. Prikaz rezultata dat je u tabeli 1.

Tabela 1 – Poređenje rezultata aplikacije sa *Praat*-om

	Ivan		Dragutin	
	<i>Praat</i>	Aplikacija	<i>Praat</i>	Aplikacija
F0	135Hz	135Hz	97Hz	97Hz
Jitter	0.113%	0.130%	0.145%	0.138%
Shimmer	2.035%	2.22%	2.44%	2.00%

Rezultati dobijeni merenjem pomoću oba programa identični su za osnovnu učestanost, dok kod jitter-a i shimmer-a dolazi do blagih ali prihvatljivih odstupanja

zbog toga što ova dva programa koriste različite definicije i vrednosne tablice.

6. ZAKLJUČAK

Postoji velik broj glasovnih poremećaja i tačna dijagnoza je od velike važnosti pri lečenju ovih poremećaja. Na tržištu postoji nekoliko aplikacija koji se bave određivanjem govornih parametara pomoću kojih se dijagnostikuje poremećaj. Problem je u tome što su ove aplikacije uglavnom komplikovane za korišćenje i skupe, pa nisu svi medicinski centri u mogućnosti da ih kupe. Razvijena aplikacija je jednostavna za upotrebu, robusna i omogućava prikaz rezultata na različite načine.

Aplikacija je napravljena da se lako može unaprediti. Može se dodati opcija da svaki korisnik ima svoj korisnički profil što bi uštedelo vreme prilikom snimanja rezultata. Moguće je dodati određivanje i prikaz još nekog govornog parametra, kao i prikaz spektrograma signala.

7. LITERATURA

- [1] American National Standards Institute (1969) Specifications for Audiometers.pp. S3.6 New York: ANSI.
- [2] McFadden, D. (Chairman of Working Group 89 of CHABA)(1982) Tinnitus: Facts, Theories, and Treatments.Washington, DC: National Academy Press.
- [3] Møller AR, Kleinjung T, De Ridder D, Langguth B (2011)Textbook of Tinnitus.Humana Press, New York.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Tinnitus>
- [5] I. R. Titze(1994), PhD: "Workshop on Acoustic Voice Analysis, Summary Statement", In proceedings of the National Center for Voice and Speech, Denver, Colorado, February.
- [6] Linville S.E.(2004):' The aging voice', ASHA Leader, 9,(19), pp. 12–21.
- [7] Sadghi Naini A., Homayounpour M. M. (2006): Speaker age interval and sex identification based on jitters, shimmers and mean MFCC using supervised and unsupervised discriminative classification methods. Proc. ICSP, Guilin, China.

Kratka biografija:



Ivan Škrobot je rođen u Sremskoj Mitrovici 1987. godine. Master rad odbranio je 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva .



Slobodan M. Mitrović, rođen je u Sremskoj Mitrovici 1964.g. Zaposlen je kao otorinolaringolog – fonijatar u Klinici za bolesti uva, grla i nosa, Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu. Najviše stručne i naučne diplome, stekao je na Medicinskom fakultetu u Novom Sadu, gde je na Katedri za otorinolaringologiju u zvanju docenta. Autor je udžbenika, monografija i brojnih stručnih i naučnih radova.

PROGRAMSKO REŠENJE ZA TESTIRANJE ADAPTIVNIH PID UPRAVLJAČKIH ALGORITAMA

SOFTWARE SOLUTION FOR TESTING OF ADAPTIVE PID CONTROL ALGORITHMS

Vladimir Višnjić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

2. ADAPTIVNO UPRAVLJANJE

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana implementacija softvera za testiranje adaptivnih PID upravljačkih algoritama. Opisani su osnovni pojmovi adaptivnog upravljanja i objašnjen metoda za određivanje koeficijenata PID regulatora u adaptivno upravljanoj sistemu.

Abstract – This paper describes implementation of testing software for adaptive PID control algorithms. It consists of basic concepts of adaptive control and explains approach for determining PID coefficients in the adaptive controlled system.

Ključne reči: adaptivni PID regulatori, testiranje.

1. UVOD

Adaptivni sistemi upravljanja obuhvataju klasu sistema koji imaju sposobnost da promene svoje performanse i na taj način kompezuju nepredviđene promene u dinamici procesa ili poremećajima koji deluju na sistem [1]. Pojam adaptivnog upravljanja se, dakle, odnosi na kontroler sa parametrima koji se prilagođavaju i na mehanizam kojim se to prilagođavanje izvodi. Jedan od osnovnih problema koje treba rešiti kod adaptivnog sistema je identifikacija parametara sistema.

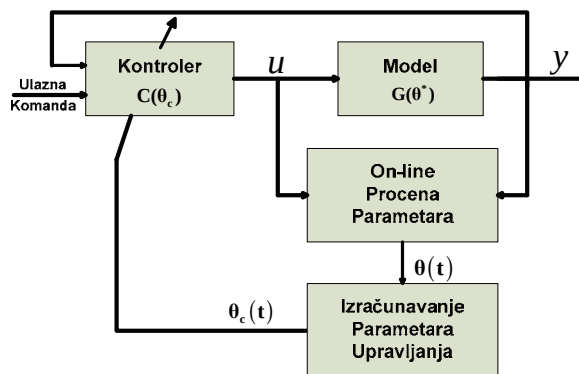
U postupku projektovanja adaptivnih PID regulatora primenjenom u ovom radu jasno se uočavaju dva nezavisna koraka. Oba koraka se izvršavaju uzastopno, jedan za drugim, i to u svakoj periodu odabiranja. Prvi korak podrazumeva identifikaciju parametara modela procesa, dok drugi korak podrazumeva određivanje parametara regulatora na osnovu prethodno dobijenog modela procesa. U prvom koraku koristili smo *rekurzivnu metodu najmanjih kvadrata*. U drugom koraku korišćena je metoda za stabilizaciju vremenski diskretnih sistema upravljanih PID kontrolerima nedavno objavljen u [2].

Programsko rešenje za testiranje adaptivnih PID regulatora implementirano je u LabVIEW programskom okruženju. Dat je prikaz glavnog programa, funkcija korišćenih u rešavanju problema i prikazani su rezultati testiranja ovako realizovanog sistema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Zoran Jeličić, red. prof.

Adaptivno upravljanje se predstavlja kao kombinacija procene vrednosti parametara, koja generiše procenjene parametre „on-line“, sa zakonom upravljanja, u cilju upravljanja onim klasama modela čiji su parametri u potpunosti nepoznati i/ili mogu vremenom da se promene na neki nepoznat način [3]. Ovako definisano adaptivno upravljanje naziva se i **adaptivno upravljanje bazirano na identifikaciji**, a razlikuje se od adaptivnog upravljanja koje nije bazirano na identifikaciji, kod koga se slični problemi u upravljanju rešavaju bez korišćenja „on-line“ procene parametara procesa. Razlikujemo dva načina na koji se procena parametara, koja naziva i **adaptivni zakon**, kombinuje sa zakonom upravljanja. U prvom pristupu, koji označavamo kao **indirektno adaptivno upravljanje**, parametri modela se procenjuju „on-line“ i koriste za izračunavanje parametara kontrolera. Kod ovog pristupa se svakom trenutku vremena formira procenjen model, koji se tretira kao pravi model u toku izračunavanja parametara kontrolera („*certainty equivalence principle*“). U drugom pristupu procene parametara, poznatom kao **direktno adaptivno upravljanje**, parametri modela se određuju tako da se dobiju željene vrednosti parametara kontrolera, koji se zatim procenjuju direktno, bez posrednih izračunavanja u vezi procene parametara modela.



Slika 1. Struktura indirektnog adaptivnog upravljanja

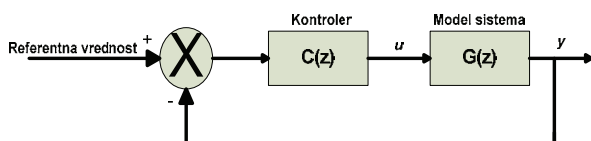
Osnovna struktura indirektnog adaptivnog upravljanja prikazana je na slici 1.

Model $G(\theta^*)$ se parametrizuje (određuju se parametri) u odnosu na neki nepoznat vektor parametara θ^* . Pretpostavimo da je za linearni, vremenski nepromenljivi modela jednim ulazom i jednim izlazom θ^* vektor sa nepoznatim koeficijentima brojioca i imenioca funkcije prenosa modela. Dobijamo da „on-line“ procena parametara generiše procenu $\theta(t)$ od θ^* u svakom trenutku t obradom ulaza u i izlaza y modela. Procenjeni parametar $\theta(t)$ određuje procenjeni

model sistema označen sa $G(\theta(t))$, koji se u svrhe projektovanja upravljanja posmatra kao pravi model sistema i kao takav se koristi za izračunavanje parametara kontrolera ili vektora pojačanja θ_c , tako što rešava određenu algebarsku jednačinu $\theta_c(t) = F(\theta(t))$, koja povezuje parametre modela sa parametrima kontrolera u svakom trenutku t . Forma $C(\theta_c(t))$ predstavlja zakon upravljanja.

3. FUNKCIJA DESIGN PID FOR DISCRETE SYSTEMS

Za određivanje parametara PID regulatora u ovom radu je korišćena LabVIEW funkcija *Design PID for discrete systems*, koja se zasniva na algoritmima i tehnikama prikazanim u radu [2].



Slika 2. Opšta struktura sistema

Na slici 2. je sa z označena diskretna vremenska promenljiva, sa $G(z)$ odgovarajuća funkcija prenosa koja predstavlja sistem kojim upravljamo, a sa $C(z)$ je označen PID regulator. Kako bi se odredili parametri PID regulatora koje je sistem stabilan, proporcionalno (K_p), integralno (K_i) i diferencijalno (K_d) pojačanje tog regulatora se funkcijom *Design PID for discrete system* transformišu u K_1, K_2 i K_3 korišćenjem sledeće jednačine:

$$C(z) = K_p + K_i \frac{T(z+1)}{2(z-1)} + K_d \frac{2(z-1)}{T(z+1)}$$

gde su

$$K_0 = -K_p + \frac{K_i T}{2} + \frac{2K_d}{T}$$

$$K_1 = K_i T - \frac{4K_d}{T}$$

$$K_2 = K_p + \frac{K_i T}{2} + \frac{2K_d}{T}$$

$$K_3 = K_2 - K_0$$

U toku izvršavanja funkcije, prvo se izračunava dozvoljeni opseg K_3 za svaki navedeni model. Nakon toga se izračunava opseg vrednosti K_3 koji je zajednički za sve korišćene modele. Potom se taj zajednički opseg deli naoliki tačaka koliko se zadaje promenljivom *Num K Grid Points*. Funkcija zatim izračunava dvodimenzionalne poligone u svim tačkama K_3 , dobijenim u prethodnom koraku. Svaki poligon odgovara određenom modelu. Dimenzije ovih poligona su K_1 na x osi i K_2 na y osi. Nakon toga se vrši izračunavanje preseka između poligona u svakoj tački K_3 . Kao rezultat se dobija skup dvodimenzionalnih poligona – isečaka.

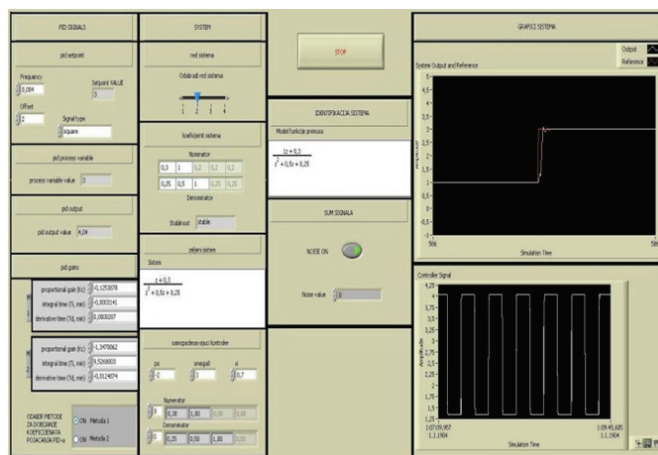
Zatim se vrši ređanje svih isečaka u trodimenzionalnom prostoru, gde je K_3 treća osa. Ovaj korak aproksimira trodimenzionalni oblik koji predstavlja granicu između stabilnog i nestabilnog skupa vrednosti pojačanja PID regulatora. Na ovoj trodimenzionalnoj

mreži K_1 je y osa, K_2 je z osa i K_3 je x osa. Potom funkcija uzima homogene slučajne uzorke tačaka unutar svakog isečka.

Ukupan broj tačaka koji se uzimaju se zadaje promenljivom *Num Search Points*. Svaka tačka predstavlja skup vrednosti K_1, K_2 i K_3 . Naposletku funkcija *Design PID for discrete systems* prethodnom jednačinom pretvara svaku vrednost K_1, K_2 i K_3 u odgovarajuće vrednosti K_p, K_i i K_d . Za ove vrednosti parametara PID regulatora se dobija stabilan sistem.

4. IMPLEMENTACIJA PROGRAMSKOG REŠENJA ZA SIMULACIJU I TESTIRANJE ADAPTIVNIH ALGORITAMA

Programsko rešenje za simulaciju i testiranje adaptivnog PID upravljanog algoritma je realizovano u LabVIEW grafičkom programskom jeziku. Na slici 3. je dat korisnički prikaz glavnog programa za rešavanje svih postavljenih zahteva. Prikazani su svi detalji za rukovanje i prikaz svih relevantnih parametara sistema sa adaptivnim upravljanjem. Najbitniji detalji se odnose na zadavanje koeficijenata referentnog modela sistema koji treba identifikovati, na zadavanje samog reda tog sistema, ali i na zadavanje oblika pobudnog signala. Takođe, za potrebe simulacije, je omogućeno zadavanje proizvoljne vrednosti šuma na vrednost odziva sistema.



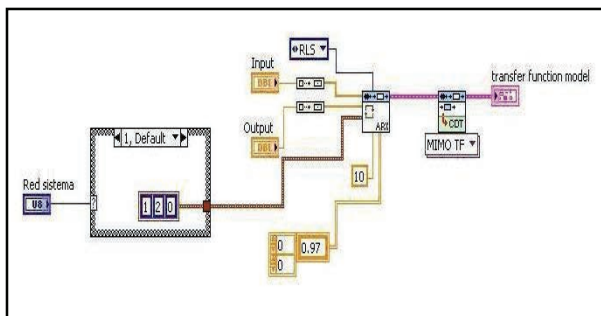
Slika 3. Prikaz glavnog programa

U ovom radu se identifikuje ARX[4] test model drugog reda, koji za identifikaciju koristi vrednost upravljačkog signala sa izlaza PID regulatora i vrednost odzivnog signala sistema. Na slici 4. vidimo realizaciju potprograma SI. U okviru tog potprograma se vrši podešavanje svih ulaza i izlaza rekursivnog ARX modela, odnosno njegovo prilagođenje konkretnim potrebama našeg sistema.

Na ulaz potprograma se dovode dva već navedena signala iz glavnog programa, potrebna za identifikaciju modela, Input i Output, koji se potom prosleđuju na odgovarajuće ulaze ARX modela.

Kao metod za identifikaciju navedenog modela je odabrana *rekurzivna metoda najmanjih kvadrata*.

Na izlazu iz potprograma SI dobijamo procenjeni model sistema drugog reda opisan funkcijom prenosa.



Slika 4. Potprogram SI za identifikaciju parametara

5. TESTIRANJE I SIMULACIJA METODE ZA ODREĐIVANJE PARAMETARA PID REGULATORA

Vršimo testiranje metode, čiju osnovu čini funkcija Design PID for discrete systems, za određivanje parametara PID regulatora. Na osnovu promena vrednostiodređenih parametara adaptivno upravljanog sistema biće pokazani svi relevantni rezultati, odnosno grafička predstava svih željenih vrednosti. U ovom radu se koristiti referentni model sistema drugog reda oblika:

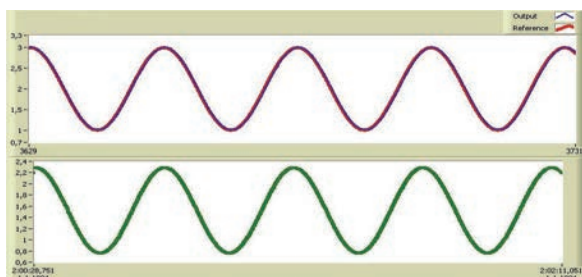
$$\frac{b_1 z + b_0}{z^2 + a_1 z + a_0}$$

gde su sa b_0 , b_1 , a_0 i a_1 označeni parametri modela. Prilikom testiranja navedene metode za određivanje parametara PID regulatora ćemo menjati oblike pobudnog signala, ali ćemo zadržati iste koeficijente referentnog modela kako bismo izvršili bolje poređenje.

pobuda	b_0	b_1	a_0	a_1
sinusna	0.6	1.3	0.15	0.3
kvadratna	0.6	1.3	0.15	0.3

Tabela 1. Koeficijenti modela

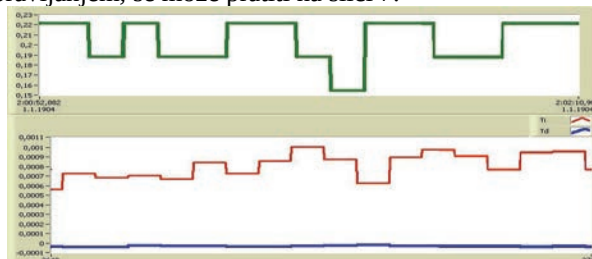
Tabela 1. daje podatke o vrsti pobudnog signala i parametrima dva referentna modela korišćena prilikom testiranja. Prilikom ovog testiranja nije vršeno dodavanje šuma na vrednost odzivnog signala. Na slici 5. je u gornjoj polovini slike crvenom bojom prikazan pobudni sinusni signal, dok je odziv sistema označen plavom bojom. Može se uočiti, u ovom slučaju, da se ova dva signala gotovo u potpunosti preklapaju.



Slika 5. Odziv i upravljanje na sinusnu pobudu

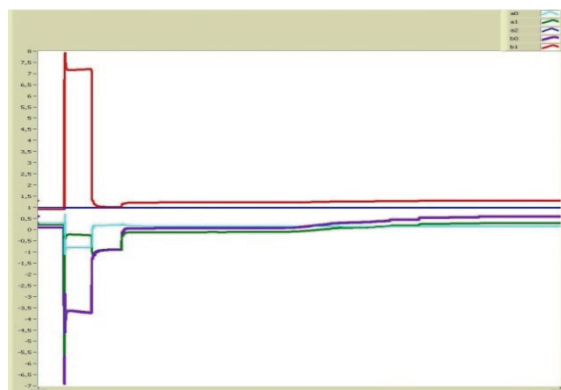
Zelenom bojom je u donjem delu iste slike pokazan dobijeni upravljački signal iz PID kontrolera.

Slika 6. nam daje prikaz promene parametara PID regulatora u toku vremena za slučaj prikazan u prvom redu tabele 1., odnosno za prvi ispitivani referentni model. Sada je sa zelenom bojom označeno proporcionalno pojačanje, dok su sa crvenom i plavom bojom, na donjoj polovini te slike, označeni vreme integraljenja i vreme diferenciranja PID regulatora. Promena vrednosti parametara modela koji se identifikuje za navedeni adaptivni sistem sa PID upravljanjem, se može pratiti na slici 7.



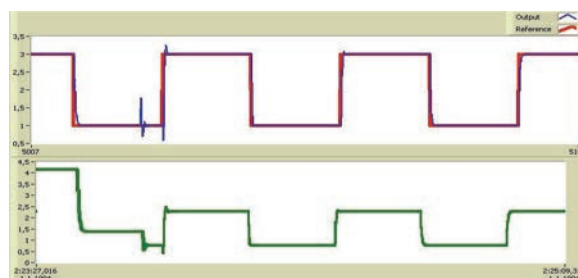
Slika 6. Parametri PID regulatora za sinusnu pobudu

Za potrebe testiranja se prati i promena parametra a_2 , modela koji se identifikuje, dok je podrazumevana vrednost ovog parametra kod referentnog modela, u ovom radu, uvek jedan. U gornjem desnom uglu slike je data legenda parametara koji se prikazuju, sa odgovarajućim korišćenim bojama.



Slika 7. Procena parametara modela

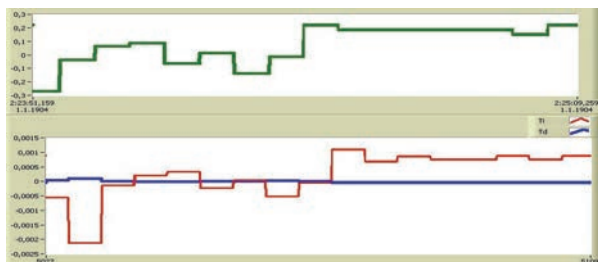
Na slici 8., na gornjoj polovini slike, je crvenom bojom prikazan kvadratni pobudni signal (odskočna pobuda), a odziv sistema je označen plavom. Upravljački signal koji se dovodi sa PID regulatora na ulaz sistema je prikazan zelenom bojom na donjoj polovini iste slike.



Slika 8. Odziv i upravljanje na kvadratnu pobudu

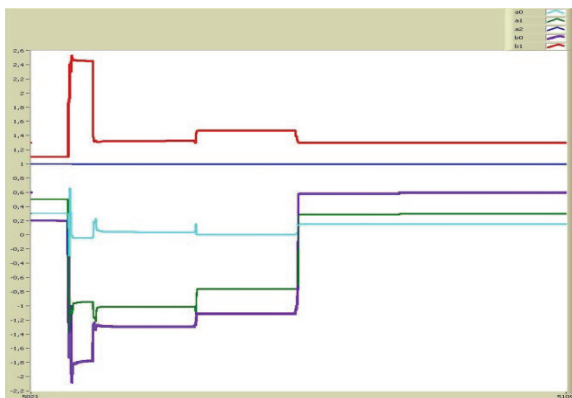
Slika 9. nam daje prikaz promene parametara PID regulatora u toku vremena, za drugi korišćeni referentni model, pokazan u drugom redu tabele 1. Sa zelenom bojom je

označeno proporcionalno pojačanje, dok su sa crvenom i plavom bojom, nadonjoj polovini slike, označeni vreme integraljenja i vreme diferenciranja PID regulatora. Na slici 10. je prikazana promena parametara modela koji se identifikuje za navedeni adaptivni sistem sa PID upravljanjem.



Slika 9. Koeficijenti PID-a za kvadratnu pobudu

U gornjem desnom uglu slike je navedena legenda parametara koji se prikazuju, sa odgovarajućim skupom boja.



Slika 10. Procena parametara za kvadratnu pobudu

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan programski koncept adaptivnog sistema upravljanog PID regulatorom. Generisanje adaptivnog algoritma se vrši kombinovanjem komponenti za identifikaciju modela i komponenti za PID upravljanje. Za potrebe identifikacije modela korišćen je rekursivni metod najmanjih kvadrata. Ovaj metod se pokazao kao veoma brz i efikasan, ali i kao veoma jednostavan za korišćenje. Na osnovu identifikacije parametara se vidi da je za stabilne sisteme ovaj proces dovoljno brz da obezbedi kvalitetno upravljanje.

Za efikasnost adaptivnog algoritma je takođe od velikog značaja i metoda koja se koristi za određivanje parametara PID regulatora, koja se zasniva na funkciji algoritmu objavljenom u [2], a koji je u okviru LabView programskog okruženja implementiran u okviru funkcije *Design PID for discrete systems*.

7. LITERATURA

- [1] Upravljanje procesima, Srbijanka Turajlić, Beograd, 2001.
- [2] Structure and synthesis of PID controllers, A. Datta, M. T. Ho, S. P. Bhattacharyya, Springer-Verlag, London, 2000.
- [3] Adaptive control tutorial, Petros Ioannou, Baris Fidan, Philadelphia, 2007.
- [4] Tehnička dokumentacija - LabVIEW, <http://www.zone.ni.com>
- [5] Nonlinear and adaptive control design, Miroslav Krstić, Ioannis Kanellakopoulos, Petar Kokotović, A Wiley-Interscience Publication, USA, 1995.
- [6] Digitalni upravljački sistemi, tema PID regulatori, Zoran Jeličić
- [7] Sistemi automatskog upravljanja, tema Regulatori, Filip Kulić
- [8] Virtuelna instrumentacija, tema LabVIEW, Nikola Jorgovanović
- [9] Adaptive control, 2nd edition, Karl Johan Astrom, Bjorn Wittenmark, Lund Institute of Technology, 1995.
- [10] PID controllers, 2nd edition, Karl J. Astrom, Tore Hagglund, University of California, 1995.
- [11] A new approach to digital PID controller design, L.H. Keel, J.I. Rego, S.P. Bhattacharyya, IEEE Transactions on Automatic Control 48, 2003.

Kratka biografija:



Vladimir Višnjić rođen 21.06.1985. u Šapcu. Nakon završene osnovne škole upisuje srednju elektrotehničku školu „Nikola Tesla“, u Beogradu, smer elektrotehničar računara. Godine 2004. upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Elektrotehnika i računarstvo. Odbranio je bachelor rad 2010. godine, tema rada „Projektovanje i implementacija nadzorno-upravljačkog sistema na pilot-industrijskom postrojenju za regulaciju pritiska vazduha uz oslonac na programske alate proizvođača Schneider“. Ispunio je sve obaveze i položio sve ispite predviđene studentskim programom.

**PROGRAMSKO REŠENJE ZA TESTIRANJE ALGORITAMA ZA AUTOMATSKO
PODEŠAVANJE PARAMETARA PID REGULATORA****AN APPLICATION FOR TESTING OF PID AUTOTUNING ALGORITHMS**

Dragan Milićević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisana implementacija softvera za simulaciju i testiranje različitih autotuning algoritama. Opisani su osnovni koncepti autotuning algoritama, prikazana su dva pristupa za automatsko podešavanje parametara PID kontrolera (pristup zasnovan na vremenskom odzivu i pristup zasnovan na frekvencijskom odzivu).

Abstract – This paper describes implementation of software for simulation and testing of various auto tuning algorithms. It consists of basic concepts of auto tuning algorithms, covers two approaches for automatic tuning of PID controller parameters (approach based on transient responses and approach based on frequency response).

Ključne reči– PID regulator, frekvencijski odziv.

1. UVOD

Razvoj automatike doprineo je stvaranju moderne koncepcije upravljanja zasnovane na kontrolerima složenih struktura koji se uspešno bore sa postavljenim zahtevima [1]. Sa druge strane, takve upravljačke strukture zahtevaju poznavanje što tačnijeg modela upravljanog procesa, što često nije moguće. Kvalitetno određivanje modela procesa često nije moguće kako iz razloga minimizacije troškova, tako i zbog vremena puštanja pogona u rad. Složeni algoritmi upravljanja zahtevaju veliki broj parametara koje je gotovo nemoguće ručno podesiti, već se izračunavaju iz procedura za projektovanje takvih kontrolera. U slučaju promena ponašanja objekta upravljanja potrebno je prepodesiti kontroler, uz ponovno određivanje modela objekta upravljanja. Često u kratkom vremenskom roku nije moguće odraditi procedure prepodešavanja nalaženjem novog modela procesa. Rešenje ovog problema je u projektovanju kontrolera jednostavne strukture sa malim brojem parametara koji se mogu odrediti jednostavnim eksperimentom, na licu mesta, u kratkom vremenskom roku. Korišćenje PID kontrolera predstavlja veoma fleksibilan i jednostavan metod upravljanja procesima [2, 3, 4]. Podešavanje parametara PID regulatora podrazumeva određivanje pojačanja proporcionalnog, integralnog i diferencijalnog dejstva. Zigler i Nichols [1] su predložili metod za ručno podešavanje

parametara kontrolera koji podrazumeva isključivanje PID regulatora i vršenje eksperimenata na procesu. U ovom radu razmatraćemo postupke za samopodešavanje parametara PID regulatora tj. postupke kod kojih je vršenje eksperimenata na procesu automatizovano. Takvi postupci se nazivaju autotuningom. Kombinovanjem metoda za određivanje dinamike procesa sa metodama za izračunavanje parametara, dobijaju se metode za automatsko podešavanje parametara PID kontrolera. Automatsko podešavanje je metod kod kojeg se parametri kontrolera podešavaju automatski na zahtev korisnika. Automatsko podešavanje parametara (*autotuning*) se obično sastoji iz sledeća tri koraka:

- 1) generisanje poremećaja sistema
- 2) procena odziva sistema na poremećaj
- 3) izračunavanje parametara kontrolera

U ovom radu prikazali smo metode za automatsko podešavanje parametara regulatora. Prikazane su metode odskočnog odziva (metod tangente i metod oblasti) i metoda frekvencijskog odziva (metod releja). Ukratko je opisana implementacija softverskog rešenja za simulaciju i testiranje algoritama automatskog podešavanja regulatora i na kraju su prikazani rezultati simulacije.

**2. PRIKAZ METODA ZA AUTOMATSKO
PODEŠAVANJE PARAMETARA REGULATORA****2.1 METODA ODSKOČNOG ODZIVA**

Nekoliko jednostavnih metoda za podešavanje PID kontrolera bazirane su na eksperimentu sa odskočnim (*step*) odzivom[3]. Mnogi industrijski procesi imaju odskočni odziv kao što je prikazano na slici 1. u kojem odskočni odziv posle nekog inicijalnog vremena postaje monoton.

Metod tangente

Sistem čiji je odskočni odziv prikazan na slici 1, može se aproksimirati funkcijom prenosa:

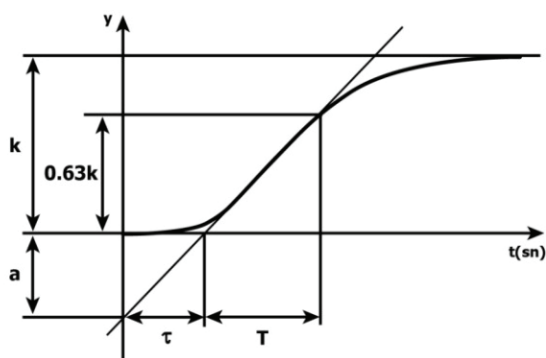
$$G(s) = \frac{k}{1 + sT} e^{sL} \tau$$

gde je k statičko pojačanje, L vremensko kašnjenje a T vremenska konstanta. Parametar a je definisan kao:

$$a = k \frac{L}{T}$$

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomkog-master rada čiji mentor je doc. dr Milan Rapać.



Slika 1. Odskočni (step) odziv tipičnog industrijskog procesa

Jednostavan način za određivanje parametara PID kontrolera baziranog na odskočnom odzivu je razvijen od strane Zigler i Nichols i objavljen je 1942. godine. Metoda koristi samo dva parametara, a i L . Parametri kontrolera su prikazani u tabeli 1.

Kontroler	K_c	T_i	T_d
P	$1/a$	-	-
PI	$0.9/a$	$3L$	-
PID	$1.2/a$	$2L$	$L/2$

Tabela 1. Parametri kontrolera dobijeni Cajgleri Nikolsovom metodom sa odskočnim odzivom

Metod oblasti

Tehnika koja je robustnija za merenje šumova naziva se metod oblasti. Uzimajući u obzir da se pojačanje sistema K može odrediti, određivanje se prvo sastoji od izračunavanja oblasti između izlaza procesa i prave linije $y = y_\infty$ i to:

$$A_1 = \int_{t_0}^{\infty} (y_\infty - y(t)) dt$$

gde je t_0 vreme u trenutku ulaznih step promena.

Zatim, vrednost $T + L$ se može odrediti na osnovu sledećeg izraza:

$$L + T = \frac{A_1}{K}$$

Nakon toga, oblast A_2 između izlaza procesa i vremenske ose na intervalu od t_0 do $T + L$ procenjuje se sa:

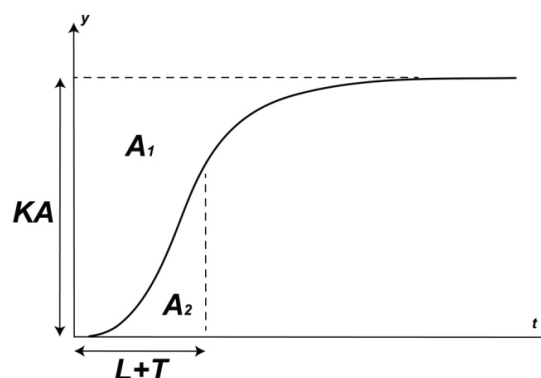
$$A_2 = \int_{t_0}^{T+L} (y(t) - y_0) dt$$

gde je y_0 inicijalni izlaz procesa u ustaljenom stanju. Konačno, vrednosti T i L se određuju pomoću sledećih izraza:

$$T = \frac{eA_2}{K}; L = \frac{A_1 - KT}{K}$$

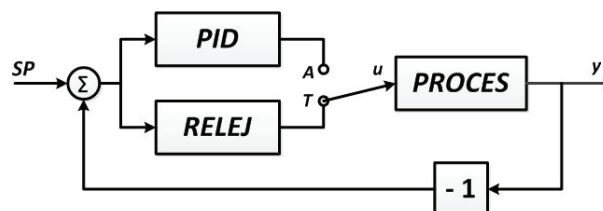
2.2 METODA FREKVENCIJSKOG ODZIVA

U tradicionalnim metodama frekvenzijskog odziva, funkcija prenosa procesa se određuje merenjem odziva



Slika 2. Primena metode oblasti za procenu FOPDT prenosne funkcije

u ustaljenom stanju na čiji se ulaz dovodi sinusni signal. Problem sa ovim pristupom je u tome što odgovarajuće frekvencije ulaznog signala moraju biti izabrane a priori. Posebnom metodom se može automatski generisati ulazni signal odgovarajuće frekvencije. Ideja je da se uvede nelinearna povratna informacija relejnog tipa sa ciljem generisanja granica oscilacije. Blok dijagram autotjuner baziranog na relejnoj metodi je prikazan na slici 3. Na slici se može videti prekidač kojim se bira ili relej povratne informacije ili PID povratne informacije. Kada je povezan na podešavanje sistema, PID funkcija je isključena i sistem je povezan na relejnu funkciju. Sistem tada počinje da osciluje. Perioda i amplituda oscilacija se određuje kada su postignute oscilacije u ustaljenom stanju. Ovim se dobijaju kritična perioda i kritično pojačanje. Parametri PID kontrolera se zatim mogu odrediti pomoću ovih vrednosti, na primer, Cajgler i Nikolsovom metodom. PID kontroler se zatim automatski uključuje i upravljanje se izvršava sa novim PID parametrima.



Slika 3. Blok dijagram autotuner-a baziranog na relejnoj metodi

Originalni eksperiment [2] sa relejom u povratnoj sprezi predložen je od strane Astroma i Hagglunda uključuje korišćenje standardnog simetričnog releja u cilju generisanja oscilatornog odziva izlaza procesa. Sa h je označena amplituda releja a sa A amplituda izlaznih oscilacija, vrednost kritičnog pojačanja se može dobiti primenom sledeće funkcije:

$$K_u = \frac{4h}{\pi A}$$

Kritična perioda T_u je jednostavno perioda dobijena na osnovu oscilacija izlaza. Na osnovu ove dve vrednosti, mnoga pravila za podešavanje PID-a se mogu primeniti. Glavna prednost ove metode za identifikaciju jeste malo vreme koje je potrebno za pokretanje eksperimenta. Poremećaji koji mogu nastati tokom eksperimenta mogu se lako detektovati promenom asimetričnih impulsa u upravljanju veličini. U svakom slučaju dobijene vrednosti

kritičnog pojačanja i kritične periode su aproksimirane, zbog usvajanja opisane teorije funkcija i procena ne može biti dovoljno precizna za neke primene. U cilju poboljšanja stvarnih vrednosti K_u i T_u primenjuju se različite metode. U svakom slučaju, ako želimo da primenimo metodu zasnovanu na modelu moramo znati prenosnu funkciju.

FOPDT prenosna funkcija se može odrediti korišćenjem sledeća dva odnosa, koje možemo dobiti izračunavanjem kritičnog pojačanja i kritične periode sistema.

$$T = \frac{\tan(\pi - L\omega_u)}{\omega_u}; T = \frac{\sqrt{(KK_u)^2 - 1}}{\omega_u}$$

Može se primetiti da postoje dve jednačine za tri parametra. Tako da pojačanje sistema mora biti određeno na drugi način. Druga jednačina se može iskoristiti za procenu vrednosti T , a vrednost L se može odrediti sa prvom jednačinom. *Dead time* proces može se proceniti na neki drugi način, a zatim vremenska konstanta T i pojačanje sistema K se naknadno izračunavaju. Međutim, u ovom slučaju rezultirana vremenska konstanta i pojačanje sistema mogu biti pogrešni i rezultirati negativno, pa zbog toga ovaj pristup treba izbegavati. U cilju da se izbegne netačnost rezultata primenjuje se sledeća jednačina umesto prethodne dve:

$$T = \frac{\pi}{\omega_u \ln(2e^{\frac{L}{T}} - 1)}$$

Cajgler i Nikols su razvili vrlo jednostavnu heurističku metodu za određivanje parametara PID kontrolera zasnovanih na kritičnom pojačanju i kritičnoj periodu. Parametri kontrolera su dati u tabeli 2. Ovi parametri sistemu u zatvorenoj sprezi daju veoma malo prigušenje. Sistemi sa boljim prigušenjem mogu se odrediti modifikovanjem numeričkih vrednosti u tabeli 2. Modifikovana metoda se idealno slaže sa određivanjem K_u i T_u preko metode releja u povratnoj sprezi. Kada se podešavanje zahteva, prekidač je u položaju koji će aktivirati relej a PID kontroler je isključen. Kada je dostignuta granica stabilnosti, izračunavaju se parametri PID kontrolera, nakon toga se na proces vezuje PID kontroler.

Kontroler	K_c	T_i	T_d
P	$0.5K_u$	-	-
PI	$0.4K_u$	$0.8T_u$	-
PID	$0.6K_u$	$0.5T_u$	$0.12T_u$

Tabela 2. Parametri kontrolera dobijeni Cajgleri Nikolsovom metodom u zatvorenoj sprezi

3. IMPLEMENTACIJA PROGRAMSKOG REŠENJA ZA SIMULACIJU I TESTIRANJE AUTOTUNING ALGORITAMA

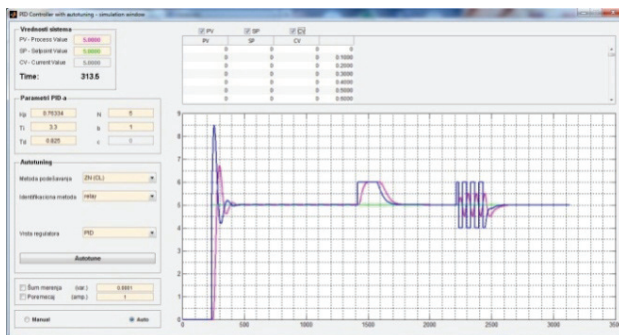
Programsko rešenje za testiranje i simulaciju različitih autotuning algoritama realizovan je u programskom paketu MATLAB primenom Simulink-a i S-funkcija.

Realizovan je grafički korisnički interfejs primenom S-funkcija kako bi se olakšalo manipulisanje aplikacijom. Kontroler koji se koristi u ovoj aplikaciji je takozvani „ISA-PID” kontroler [6], koji je široko prihvaćen i korišćen u industriji. Zakon upravljanja ISA-PID kontrolera opisan je sledećom jednačinom:

$$U(s) = K \left[bY^0(s) - Y_m(s) + \frac{1}{sT_i} A + \frac{sT_d}{1 + \frac{sT_d}{N}} B \right]$$

$$A = Y^0(s) - Y_m(s); B = cY^0(s) - Y_m(s)$$

gde su $Y^0(s)$, $Y_m(s)$ i $U(s)$ redom predstavljaju Laplasovu transformaciju željene vrednosti (SP=Set Point), merenu vrednost procesa (PV=Process Value) i kontrolni signal tj. promenljivu upravljanja (CV=Control Variable), K je pojačanje PID kontrolera, T_i vreme integracije i T_d vreme diferenciranja. ISA-PID kontroler obuhvata i težinu željene vrednosti b i težinu c kod proporcionalnog i diferencijalnog dejstva. Obično težina b ima ulogu u ograničavanju step odziva u kontrolnom signalu koji može nastati kao posledica greške step odziva, dok težina c ograničava „šiljak“ u kontrolnom signalu koji može nastati kao posledica greške step odziva.



Slika 4. Grafički korisnički interfejs PID kontrolera sa autotuning-om

4. TESTIRANJE I SIMULACIJA AUTOTUNING ALGORITAMA

Prikazaćemo rezultate testiranja prikazanih algoritama za automatsko podešavanje PID regulatora pomoću realizovanog programskog rešenja. Prikazani rezultati se odnose na jedan slikovit primer. Više detalja mogu se naći u master radu [10].

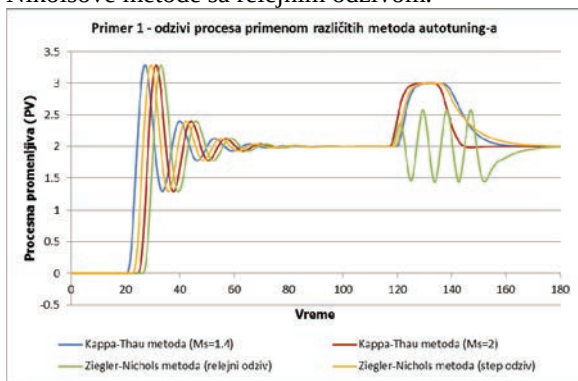
Razmotrimo sistem koji je opisan sledećom prenosnom funkcijom:

$$G_1(s) = \frac{1}{(1+s)(1+\alpha s)(1+\alpha^2 s)(1+\alpha^3 s)}$$

Jednostavnom promenom parametra α moguće je vršiti varijaciju polova procesa. Proces poseduje jedan dominantni pol u vremenskoj konstanti $T_y = 1$.

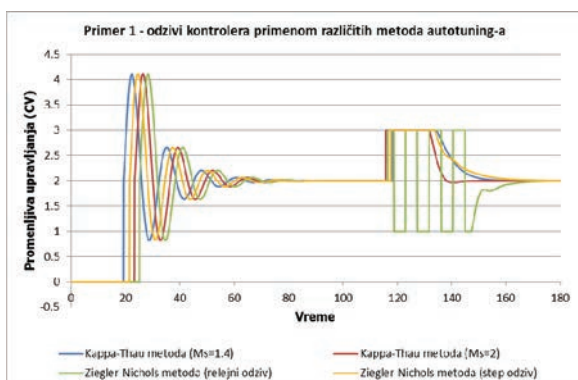
Na slici 5. prikazan je uporedni prikaz odziva procesa primenom različitih metoda autotuning-a u slučaju kada je $\alpha=1$. Žutom linijom je prikazan odziv procesa primenom

Cajgler i Nikolsove metode sa step odzivom, crvenom i plavom linijom odziv procesa primenom π metode i zelenom linijom odziv procesa primenom Cajgler i Nikolsove metode sa relejnim odzivom.



Slika 5. Uporedni prikaz odziva procesa za različite autotuning algoritme

Na slici 6. prikazan je uporedni prikaz odziva kontrolera primenom različitih metoda autotuning-a. Žutom linijom je prikazan odziv kontrolera primenom ZN metodom sa step odzivom, crvenom i plavom linijom odziv kontrolera primenom KT metode i zelenom linijom odziv kontrolera primenom ZN metode sa relejnim odzivom.



Slika 6. Uporedni prikaz odziva kontrolera za različite autotuning algoritme

5. ZAKLJUČAK

PID regulator je praktično najčešće korišćena strategija upravljanja. Postoje različite metode za nalaženje odgovarajućih parametara kontrolera. Metode se razlikuju po kompleksnosti, fleksibilnosti i količini informacija o procesu nad kojim se primenjuje PID upravljanje. Jasno je da postoji potreba za nekoliko tipova metoda podešavanja parametara.

Generalno gledano potrebne su nam jednostavne, lake za korišćenje i intuitivne metode koje zahtevaju malo informacija i koje omogućavaju zadovoljavajuće performanse.

Takođe, postoji i potreba za sofisticiranim metodama koje nam daju odlične performanse čak i ako zahtevaju mnogo više informacija o sistemu i mnogo više proračuna. Poznato je da metode podešavanja kontrolera trebaju biti zasnovane na metodama koje uzimaju u obzir poremećaje, mereni šum, odziv na promenu željene vrednosti. U radu smo opisali jednostavne robustne metode koje se mogu koristiti za grubu procenu dinamike sistema. Metode se mogu koristiti za automatsko podešavanje parametara jednostavnih PID kontrolera ili u fazi pre podešavanja parametara u algoritmima za adaptivno upravljanje.

6. LITERATURA

- [1] Karl Johan Astrom, Tore Hagglund: „PID Controllers: theory, design and tuning 2nd edition”, United States, 1995.
- [2] Cheng-Ching Yu: „Autotuning of PID Controllers: A Relay Feedback Approach 2nd edition”, Taiwan, 2006.
- [3] Schlomo Engelberg: „A Mathematical Introduction to Control Theory”, United Kingdom, 2005.
- [4] Karl J. Astrom, Richard M. Murray: „Feedback systems, 2nd edition”, United States, 2008.
- [5] Aidan O'Dwyer: „Handbook of PI and PID Controller Tuning Rules 2nd edition”, United Kingdom, 2006.
- [6] Antonio Visioli: „Practical PID Control”, Italy, 2006.
- [7] Filip Kulić: „Regulatori”, Novi Sad, 2008.
- [8] MathWorks – Technical Help and Technical Support: „Building GUIs with Matlab”, United States, 1996.
- [9] MathWorks – Technical Help and Technical Support: „Simulink Model-Based and System-Based Design, writing S-Functions”, United States, 2002.
- [10] Dragan Milićević: „Simulacija autotuning algoritama u programskom paketu Matlab”, Serbia, 2012.

Kratka biografija:



Dragan Milićević je rođen 3. Aprila 1985. godine u Leskovcu. Osnovnu školu „Kosta Stamenković“ u Leskovcu završio je 2000. godine. Srednju školu „Gimnazija Leskovac“ u Leskovcu završio 2004. godine, matematički smer. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2004. godine, odsek za računarstvo i automatiku. Odranio diplomski-bachelor rad 27.12.2010. godine, tema rada „Implementacija nadzorno-upravljačkog sistema za upravljanje protokom i nivoom“. Master rad odranio 2012. godine.

POGONSKI PARAMETRI SAVREMENIH URBANIH TRAMVAJA**OPERATING PARAMETERS OF MODERN URBAN TRAM**Ivan Koprivica, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je princip funkcionisanja savremenih urbanih tramvaja. Akcenat je stavljen na predlog rešenja za ponovno uvođenje tramvajskog sistema u grad Novi Sad. Dat je konkretan predlog i opis jedne vrste tramvaja na gumama. Prikazani su proračuni opravdanosti i dat kompletan opis jedne tramvajске linije u Novom Sadu. Rad sadrži i opis sistema električnog napajanja tramvaja sa konkretnim predlogom položaja elektrovoćnih podstanica za napajanje.

Abstract – This paper describes the principle of operation of modern urban tram. The focus is on the settlement proposal for the reintroduction of the tram system in the city of Novi Sad. Paper presents a proposal and a description of the trams on tires. A complete calculation and description of a tram line in Novi Sad are shown. The paper contains a description of the electric supply of the tram line with a proposal for the positioning of power substations.

Ključne reči: Pogonski parametri tramvaja, elektrifikacija, elektrovoćne podstanice.

1. PREDNOSTI I MANE TRAMVAJSKOG PREVOZA

Tramvaj je električno vozilo za gradski ili međugradski prevoz putnika, koji se kreće po šinama. Glavni pogon ostvaruje preko elektromotora koji mogu biti jednosmerni serijski motori ili trofazni asinhroni motori. Napajanje pogonskih motora vrši se preko kontaktne električne mreže tj preko krovnog oduzimača struje (pantografa), a strujni krug se zatvara preko šina, koje služe kao povratni vod. Krovni oduzimač struje je u stalnoj vezi sa kontaktnom mrežom u kojoj je napon od 600-750 V.

Sve usluge prevoza, osim prevoza vlastitim vozilom, uključuju kompromis između brzine i učestalosti zaustavljanja. Prevozi sa čestim zaustavljanjima imaju manje ukupne brzine pa su zbog toga i manje atraktivni za duža putovanja. Tramvaji se najčešće koriste kao oblik lokalnog prevoza sa veoma čestim zaustavljanjima, pa zbog toga najviše smisla ima porediti njihove prednosti i nedostatke sa drugim oblicima lokalnog prevoza, prije svega lokalnim autobusima.

U glavne prednosti spadaju:

- Veći kapacitet usluga od autobusa
- Tramvaji rade bez emisije izduvnih gasova
- Buka koju proizvode tramvaji mnogo manja

NAPOMENA:

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

- Vozila su efikasnija i operativni troškovi manji
- Tramvaji mogu da rade na obnovljivim izvorima energije
- Potrebna širina puta za tramvaj mnogo je manja nego za autobuse

Glavni nedostaci su:

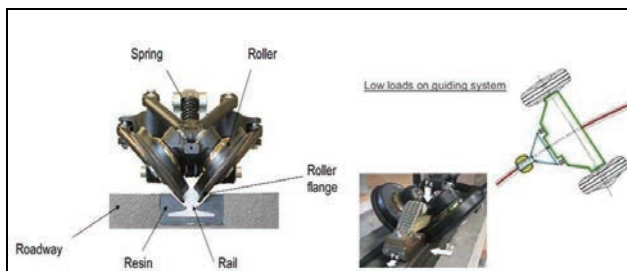
- Infrastruktura tramvaja zauzima mnogo urbanog prostora
- Tramvaji mogu da izazovu smanjenje brzine za druge vidove transporta
- Osnovni troškovi kod tramvaja su veći nego kod autobusa, iako je životni vek duži
- Tramvaji su striktno vezani za šine, pa mogu biti blokirani ako dođe do nekih prepreka na putu
- Moguća pojava neprijatnog škripanja u krivinama usled trenja čeličnih točkova o šine
- Usled kvara ili nesreće, ili čak radova na održavanju, čitavi delovi tramvajskog sistema mogu biti blokirani, dok autobusi mogu da zaobiđu prepreke.

2. POREĐENJE TRAMVAJA NA GUMAMA I DVOŠINSKOG TRAMVAJA**2.1. Jednošinski tramvaj na gumama**

Tramvaj na gumama predstavlja za javni prevoz novu generaciju lakog urbanog prevoznog sredstva. Ovaj tramvaj se u poređenju sa urbanim tramvajem železničke tehnologije na šinama razlikuje po tome što kod njega osovine i gume zamenjuju tradicionalna okretna postolja i imaju sledeće nesporne prednosti:

- tiho kružno kretanje
- savladavanje jakih uzbrdica
- optimalna ugradnja u urbanu sredinu
- izgradnja je brza i ekonomična
- održavanje je pojednostavljeno
- upravljanje je kontrolisano iz komandno-kontrolnog centra
- kapacitet se prilagođava prema potrebi
- dvosmernost (prednja i zadnja vuča sa dve upravljačke kabine)
- integralno nizak pod (25 cm)
- permanentno održavanje pravca (centralna šina i dve vođice)
- Ima električnu vuču
- pristup korisnika na stajalištima izuzetno jednostavan (u ravni, bez stepenica)

Vođenje tramvaja se obavlja pomoću posebnih vođica, kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Izgled vođice jednošinskog tramvaja

2.2. Dvošinski urbani tramvaj

Savremeni dvošinski tramvaji su odabrali arhitekturu relativno kraćih nosećih karoserija na postoljima. Ovaj izbor ima prednost u odnosu na klasičnu montažu karoserija na postolja, jer u suprotnom, krajevi imaju sledeće nepovoljnosti:

- Na krivinama se povećavaju centrifugalne sile i potrebno je smanjivati brzinu.
- Postoji rizik iskakanja iz šina bočnim udarom u čelo tramvaja.
- Ostatak zanošenja je vrlo čest u zastajanju na stajalištima i može biti opasan.
- U dvošinskom tramvaju krutost kretanja ne dozvoljava korektno filtriranje nesavršenosti šina. Tako komfor vožnje izuzetno zavisi od toga kako su postavljene šine vertikalno i horizontalno.

3. POGONSKE KARAKTERISTIKE TRAMVAJA NA GUMAMA

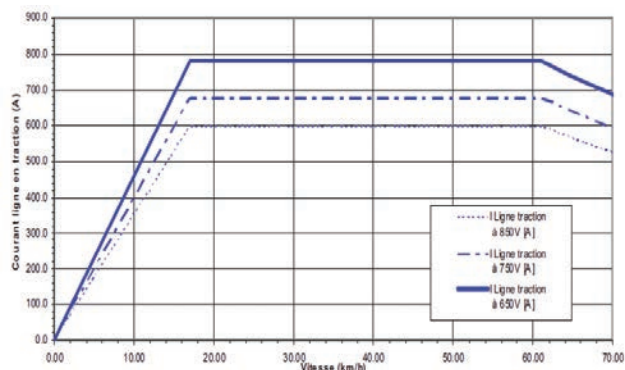
Cela struktura tramvaja na gumama je zamišljena kao sklop standardnih modularnih jedinica. Na kraju modula tramvaj je napravljen od čelika i dizajniran za optimalnu apsorpciju energije u slučaju sudara. Sa te strane ovaj tramvaj je istovetan klasičnim urbanim tramvajima. Sa druge strane, za putnički modul koriste se aluminijum i kompozitni materijali koji su dosta lakši.

Što se tiče pogonskih i električnih karakteristika važno je napomenuti da ovaj tramvaj pokreće motor obrtnog momenta od 2200[Nm] brzine obrtanja od 4200[obr/min] i snage od 220[kW]. Preko pantografa, tramvaj se snabdeva nominalnim naponom od 750[V], stim da minimalni nominalni napon za ovaj tramvaj iznosi 500[V], a maksimalan 950[V]. Maksimalna brzina tramvaja je 70[km/h] što je i više nego dovoljno kada je reč o javnom prevozu. Ubrzanje za ovaj tramvaj iznosi 1,3 [m/s^2]. Na slici 2 prikazan je grafik zavisnosti brzine od napajanja.

Gume na tramvaju pružaju neosporne prednosti, kao što su: prijanjanje, količina buke, mogućnost reciklaže, lakša vožnja, preciznija putanja, performance kočenja. A u kontaktu sa podlogom gume dobro podnose i vertikalne i bočne sile used vetra i centrifugalnih sila.

4. PREDLOG JEDNE LINIJE TRAMVAJA U NOVOM SADU

Mrežu šinskog sistema prve tramvajske faze čine dve linije, ukupne dužine 25500 m (oba smera) i to linija TRAM_1 dužine 18420 m u oba smera i linija TRAM_1ZS dužine 7080 m u oba smera.



Slika 2. Performanse tramvaja na gumama

Tabela 1. Tramvajske linije u prvoj tramvajskoj fazi

Oznaka	Naziv	Smer	Dužina (km)
TRAM_1	Novo Naselje-Centar-Liman IV	A	9,210
TRAM_1	Liman IV -Centar-Novog Naselja	B	9,210
TRAM_1 ZS	Željeznička stanica-Centar- Univerzitet	A	3,540
TRAM_1 ZS	Univerzitet-Centar-Željeznička stanica	B	3,540

Na mreži prve tramvajske faze razvoja postoji ukupno 31 stajalište (računajući i stajališta na terminalima) od čega su 18 stajališta perifernog tipa za svaki smer posebno i 13 stajališta centralnog tipa za oba smera zajedno. Na slici 3 su prikazani osnovni statički elementi rada tramvajskih linija u prvoj tramvajskoj fazi.



Slika 3. Prva tramvajska faza

U prvoj fazi razvoja tramvaja postavljena je linija 1. Ona opslužuje najopterećenije koridore. Tramvajska linija TRAM_1ZS predstavlja dopunu ponude kapaciteta, koja osim što ima za cilj da opsluži postojeće terminale daljinskog saobraćaja, ima ulogu "lokala" na trasi linije 1 na kojoj smer od Novog Naselja ima veću potražnju u odnosu na smer iz zone Limana.

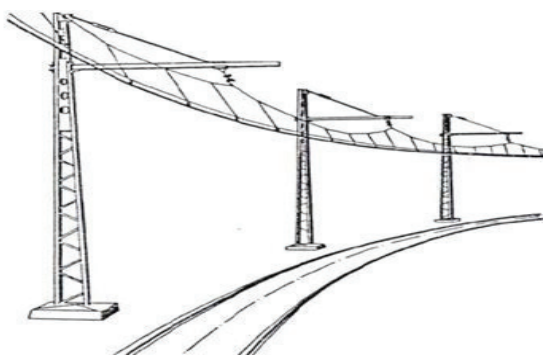
U prvoj fazi razvoja, na tramvajskim linijama merodavnog časa treba da saobraća 21 tramvajsko vozilo. U prvoj fazi razvoja tramvaja treba primeniti vozila nižeg kapaciteta (minimalno 160 mesta), kako bi interval bio povoljniji sa aspekta korisnika (veća učestanost nailaska vozila).

5. OPIS ELEKTRIČNE MREŽE ZA NAPAJANJE TRAMVAJA

5.1. Kontaktna mreža

Kontaktna mreža (KM) jeste stabilno postrojenje električne vuče namenjeno za neprekidno i kvalitetno napajanje električnih vučnih vozila električnom energijom pri svim brzinama i u svim vremenskim uslovima (slika 1). Veza KM s elektrovučnim podstanicama se ostvaruje napojnim vodovima.

KM služi za dovod električne energije iz elektrovučne podstanice do električne mašine, a naziv je dobila po kontaktnom provodniku ili kliznoj žici. Napon se u kontaktnu mrežu, pomoću napojnog voda, dovodi preko rastavljača. Zaštitu KM od prekostrujnih opterećenja vrše prekidači, a naponsku zaštitu odvodnici prenapona. Vizualno je vidljivo stanje rastavljača (uključeno napajanje ili isključeno napajanje), što je važno zbog sigurnosnih razloga. Kontaktna mreža se drži mehanički napetom zbog toga, jer kontakt vozila u vožnji uzrokuje oscilacije u kontaktnom provodniku. Te oscilacije mogu prouzrokovati loš kontakt, varničenje, i dovesti do kidanja kontaktne mreže.



Slika 4. Kontaktna mreža

5.2. Elektrovučne podstanice

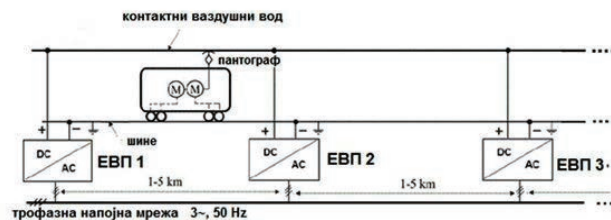
Elektrovučne podstanice služe za to da napajaju kontaktnu mrežu električnom energijom određene struje i napona za pokretanje električnih vozila. Zato elektrovučne podstanice imaju zadatak da dobijenu električnu energiju iz elektroprivredne mreže ili iz vlastitih izvora prilagode električnoj vuči. One je obično transformišu na traženi napon, pa je ili ispravljaju u jednosmjernu struju, ili pretvaraju u drugu frekvenciju.

5.2.1. Elektrovučne podstanice jednosmerne struje

U elektrovučnoj podstanici sistema jednosmernog napona ispravlja se naizmjenična struja u jednosmernu. Za ispravljanje naizmjenične struje ranije su se upotrebljavali generatori sa motorom, zatim se potpuno prešlo na ispravljače sa živom, a u najnovije vrijeme se pojavljuje u upotrebi i silicijumski ispravljač.

Kod ovog sistema EVP ne smiju biti suviše udaljene jedna od druge radi niskog napona u kontaktnoj mreži (prosječno na 2-4km).

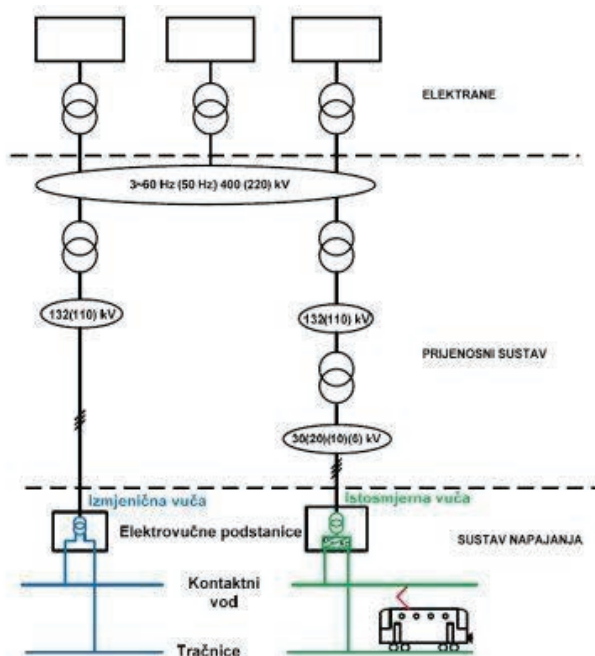
Elektrovučne podstanice grade se na otvorenom prostoru, u zgradama, a delom jedno i drugo.



Slika 5. Šema napajanja jednosmernog sistema

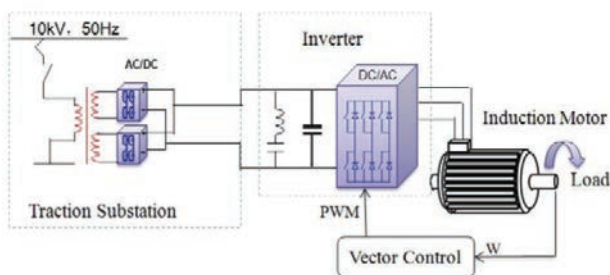
Njihovim postrojenjima može se upravljati na dva načina. Neke EVP-e su građene sa stalnim prisustvom kvalifikovanih rukovalaca koji nadziru, uključuju i isključuju uređaje, dok su druge bez stalnog ljudskog prisustva, jer se upravljanje vrši daljinskim putem iz udaljenog središnjeg mesta. U ovom drugom slučaju mora biti izgrađen sistem za daljinsko upravljanje.

Napajanje jednosmerne KM vrši se uvek dvostrano, tj. istovremeno iz dve EVP, tako da elektrovučno vozilo dobija električnu energiju iz obe EVP, i to uzima energiju upravo srazmerno udaljenosti od EVP.



Slika 6. Šema napajanja za jednosmernu i naizmjeničnu vuču

Tipična struktura jednog električnog pogonskog sistema za tramvaj je prikazana na slici 7. Sa slike se vidi da, uopšteno, pogonski sistem tramvaja može biti podeljen u četiri dela, i to podstanicu za vuču (EVP), inverter, indukcion motor i vektor kontrole modela. Vektorska kontrola podsistema je važan dio kočionog sistema tramvaja. Sa ove slike vidimo da se sistem napaja iz 10 kV mreže. Preko transformatora, 24-pulsnog ispravljača i DC opreme za napajanje ovaj napon se transformise u 750V DC. Dalje se DC napon pretvara u trofazni AC koji služi za napajanje asinhronog motora tramvaja. Vektorski kontrolni sistem, vrši detekciju stvarne brzine motora i struje te proračunom generise PWM (Pulse Width Modulation) talase koji dalje kontrolišu izlazne parametre invertora (napon i frekvenciju) koji su važni zbog kontrole brzine i obrtaja motora.



Slika 7. *Struktura jednog električnog pogonskog sistema*

5.2.2. Položaj elektrovnčnih podstanica

Kada je reč o elektrovučnim podstanicama važno je pravilno odrediti na kom rastojanju se postavljaju. Njihovo rastojanje je zasnovano na simulaciji sistema tokova opterećenja. Podstanice bi trebale biti postavljene tako da napon sistema napajanja ni na jednoj deonici ne padne ispod minimalnog dozvoljenog napona za taj sistem (500V). Takođe se mora voditi računa i da se ne prekorači maksimalna dozvoljena temperatura za taj sistem, ko ni napon u šinama.

Na slici 8 prikazan je predlog pozicija podstanica u prvoj tramvajskoj fazi u Novom Sadu. Dužina linije je oko 10km, podstanice bi bile postavljene na rastojanju od 2,5km da bi prethodni uslovi bili zadovoljeni. Stim da bi se jedna stanica nalazila u blizini depoa kod glavne železničke stanice.



Slika 8. Položaj podstanica za napajanje

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad je imao za cilj da iznese neka od rešenja što se tiče uvođenja savremenih urbanih tramvaja u grad Novi Sad. Prije svega opisan je princip napajanja savremenih urbanih tramvaja, tj. elektrifikacija. Dalje je pokušano da se argumentovano objasni koji to tip savremenih tramvaja ima najviše prednosti za primjenu u urbanim sredinama, da bi na kraju bio dat opis jedne linije tramvaja u Novom Sadu.

Odluka o uvođenju tramvajskog gradskog prevoza u Novi Sad, investicije koja bi u početnoj fazi iznosila oko 80 miliona evra, biće najverovatnije doneta iduće godine. Prema nedavnoj studiji , vraćanje tramvajskog prevoza u Novi Sad trebalo bi da bude obavljeno u pet faza i kompletirano za oko dve decenije, kada bi grad imao neophodnu infrastrukturu i 50 tramvaja koji bi saobraćali

na sedam tramvajskih linija. U prvoj fazi, koja bi građevinski mogla da bude završena za tri godine od donošenja odluke, bilo bi uključeno 25 tramvaja. Potom bi postepeno bili nastavljeni radovi tako da bi čitav grad praktično bio "pokriven" tramvajskim linijama.

Na kraju ostaje da se nadamo da će ovaj projekat biti realizovan u bliskoj budućnosti i da će sistem javnog prevoza u Novom Sadu podići na viši nivo.

7. LITERATURA

- [1]. Prof. dr. Željko Despotović - *ELEKTRIČNA VUČA-uvodno predavanje*, Institut "Mihajlo Pupin", Beograd.
- [2]. Slobodan Vukosavić, *"ELEKTRIČNA VUČA"* Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 2005.
- [3]. Vladimir Katić, Zoltan Čorba, Zoran Škorić, *"Uticaj električne vuče u željeznici na kvalitet napona"* Zbornik radova 52. Konferencije za ETRAN, Palić, 2008.
- [4]. Mr. Aleksandar Jevđenić, *"Inovacija studije uvođenja električnih vidova prevoza putnika u gradu Novom Sadu"*.2011
- [5]. Moesia Investments, *"Studija izvodljivosti obnavljanja tramvaja u Novom Sadu"*, 2011.
- [6]. Seminarski radovi ETF Beograd *"Kontaktne mreže i podstanice jednofaznog sistema vuče"*
- [7]. Vladimir Katić, Amir Tokić, Tatjana Konjić, *"Kvalitet električne energije"*, EU TEMPUS PROJECT CD JEP-18126-2003, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [8]. Seminarski rad ETF Novi Sad, *"Postupak elektrifikacije pruga"* Dragan Đorđević
- [9]. Božidar Radojković, *"Električna vuča"* Naučna knjiga, Beograd, 1974

Kratka biografija:



Ivan Koprivica rođen je u Bijeljini 1986. god. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2012. god.



Vladimir Katić doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu 1991. god., a od 2002 je u redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu, na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja: Energetska elektronika, Obnovljivi izvori električne energije Kvalitet električne energije..

BALANS SNAGA U MREŽAMA SA VETROELEKTRANAMA**POWER BALANCE IN GRID WITH WIND FARMS**Milan Vignjević, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj rad analizira uticaj varijabilne izlazne snage vetroelektrana na balans snaga u elektroenergetskim sistemima. Prikazani su balansni mehanizmi u pojedinim zemljama Evropske unije i jugoistočne Evrope. Rad sadrži i procenu uticaja vetroelektrana na elektroenergetski sistem Srbije u uslovima normalnog i jakog vetra.

Abstract – This paper analyzes the impact of variable output of wind farms on the power balance in power systems. Balancing mechanisms in different countries of the European Union and Southeast Europe are shown. Work also includes assessing the impact of wind farms on the power system of Serbia in normal and strong wind conditions.

Ključne reči: Vetroelektrane, balans snaga, balansni mehanizmi.

1. UVOD

Početak XXI veka obeležen je intenzivnim porastom potrošnje svih vidova energije u svetu, a naročito fosilnih goriva, nagoveštavajući da bi ona uskoro mogla biti potpuno iscrpljena. To je dovelo do nastavka rasta cena nafte, gasa i drugih energenata, koji je započeo u poslednjoj deceniji XX veka, ali i do globalne zabrinutosti za buduće izvore energije i razvoj čovečanstva. Konstantan rast broja stanovnika, povećan ekonomski razvoj i industrijalizacija dovode do sve većih potreba i za električnom energijom.

Još jedna karakteristika ovog perioda jeste nastavak povećanja koncentracije štetnih gasova u atmosferi (prvenstveno CO₂), kao posledica intenzivnog korišćenja fosilnih goriva. Ova dva trenda, konstantan rast potrošnje i cena i sve veće zagađenje životne sredine navele su razvijene zemlje, da se na samom kraju XX veka okrenu širem korišćenju obnovljivih izvora energije.

Besplatan i čist primarni energent, razvoj energetske elektronike, upotreba novih kompozitnih materijala i poboljšanje aeromehničkih karakteristika vetroturbina doveli su do izuzetno brzog razvoja vetroenergetike u svetu u poslednjoj deceniji. Perspektive daljeg razvoja vetroenergetike su izrazito optimistične s obzirom da resursi tehnički iskoristivog vetra višestruko prevazilaze trenutne globalne potrebe za električnom energijom u svetu. Međutim, pouzdana i ekonomski prihvatljiva konverzija kinetičke energije vetra u električnu je praćena nizom poteškoća koje su posledica stohastičnosti vetra i

varijabilnosti njegove brzine. Varijabilna brzina vetra preslikava se na izlaznu snagu vetroelektrana pa u elektroenergetskim sistemima (EES) sa vetroelektranama osim varijabilne i nepredvidive potrošnje imamo i varijabilnu i nepredvidivu proizvodnju. Kolika je varijabilnost izlazne snage vetroelektrana, kako ona utiče na stabilnost EES-a, na koji način je moguće smanjiti taj uticaj i ko je odgovoran za balans snaga u EES sa vetroelektranama, neka su od pitanja na koja će ovaj rad dati odgovore.

2. BALANS AKTIVNIH SNAGA U EES

Specifičnost električne energije jeste nemogućnost njenog neposrednog skladištenja u većim količinama na jednostavan i ekonomičan način. To znači da je u jednom elektroenergetskom sistemu neophodno ostvariti jednakost između proizvodnje i potrošnje električne energije na svim vremenskim skalama (godina, mesec, dan, sat...). Jednakost proizvodnje i potrošnje električne energije u jedinici vremena predstavlja balans snaga.

U toku 24 sata potrošnja varira između maksimuma koji se javlja u toku dana i minimuma koji se javljaju noću. Ovako promenljivo opterećenje potrebno je ispratiti proizvodnjom električne energije.

Potrošnju električne energije na nivou celog sistema moguće je predvideti pomoću dnevnih dijagrama i na osnovu toga odrediti proizvodnju elektrana u svakom vremenskom trenutku. Međutim, u radu sistema će skoro uvek postojati manja ili veća razlika između predviđenja i stvarne vrednosti opterećenja, zbog čega je potrebno vršiti regulaciju aktivnih snaga i učestanosti koja se sprovodi u dva koraka – primarna i sekundarna regulacija.

Osnovni zadatak primarne regulacije jeste dovođenje sistema u stabilno stanje nakon poremećaja pri čemu frekvencija dobija novu stacionarnu vrednost koja se razlikuje od nominalne.

Zadatak sekundarne regulacije je da vrati učestanost na nominalnu vrednost u odnosu na koju se procenjuju novi debalansi aktivnih snaga sistema.

3. KARAKTERISTIKE VETRA I VETROELEKTRANA

Vetar je kretanje vazduha koje nastaje usled nejednakog zagrevanja Zemljine površine. Kao posledica nejednakog zagrevanja različitih tačaka na Zemlji nastaje razlika u atmosferskom pritisku zbog koje se vazduh kreće iz područja većeg pritiska u područje sa manjim atmosferskim pritiskom. Što je veća temperaturna nejednakost na Zemljinoj površini, veća je i razlika pritiska koja generiše vetrove većih brzina.

Prilikom pretvaranja kinetičke energije vetra u električnu energiju vetroturbina oduzima energiju vetra koja je

NAPOMENA:

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

srazmerna razlici kinetičke energije vetra pre i nakon prolaska kroz turbinu. Prilikom prolaska vetra kroz turbinu, vetar gubi na brzini. Smanjenje brzine vetra srazmerno je energiji koju je turbina preuzela od vetra. Mehanička snaga koju vetroturbina razvija na svom vratilu je:

$$P_{meh} = \frac{1}{2} \cdot C_p \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot v^3 \quad (1)$$

gde je:

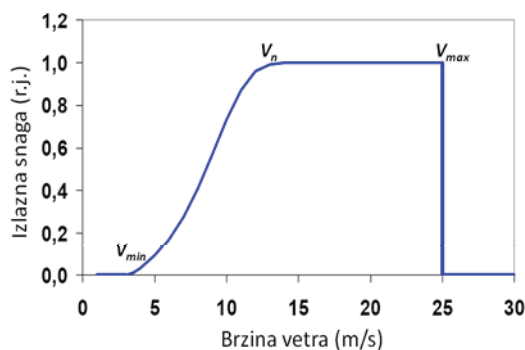
v - brzina vetra na ulazu u vetroturbinu,

R - radijus vetroturbine,

ρ - gustina vazduha i

C_p - koeficijent iskorišćenja snage vetroturbine, koji se definiše kao odnos mehaničke snage vetroturbine i odgovarajuće snage vetra P_v na ulazu u vetroturbinu ($C_p = P_{meh} / P_v$).

Na slici 1 prikazana je zavisnost izlazne snage vetrogeneratora (VG) od brzine vetra za turbine koje se najčešće koriste za konverziju kinetičke energije vetra u električnu energiju.



Slika 1. Zavisnost izlazne snage VG od brzine vetra

Na slici 1 uočavamo tri karakteristične brzine vetra: V_{min} – minimalna radna brzina (za $V < V_{min}$ vetroturbina je zakočena); V_n – nominalna radna brzina; V_{max} – maksimalna radna brzina. Pri brzinama vetra $V_n < V < V_{max}$ vetrogenerator radi sa nominalnom izlaznom snagom. Međutim, brzina vetra se veoma retko nalazi u ovom opsegu. Najčešće brzine vetra su u opsegu $V_{min} < V < V_n$ što znači da se izlazna snaga vetroelektrane menja sa trećim stepenom promene brzine vetra. Upravo vetrovi čije su brzine u ovom opsegu stvaraju najveće probleme u radu elektroenergetskih sistema. Promenom brzine vetra menja se i izlazna snaga vetrogeneratora pa osim promenljive potrošnje, imamo i promenljivu i nepredvidivu proizvodnju koju je potrebno izbalansirati.

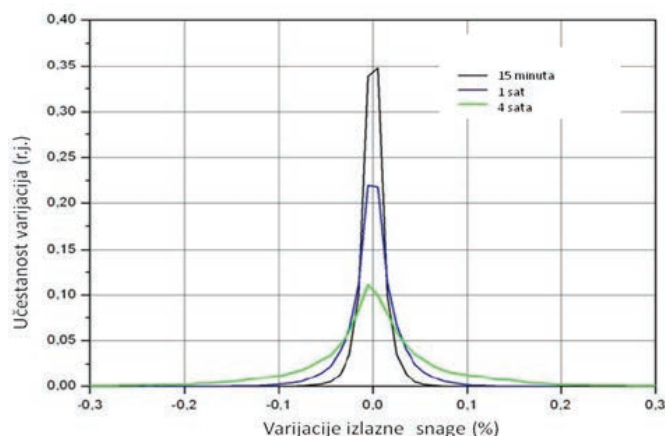
3.1. Kratkoročna varijabilnost izlazne snage vetroelektrana

Ove varijacije imaju veoma veliki uticaj na balans aktivnih snaga u sistemu jer se primarna i sekundarna regulacija vrše u kratkom vremenskom periodu nakon nastanka poremećaja.

Varijacije snage u periodu od nekoliko sekundi do jednog minuta na nivou celog elektroenergetskog sistema su veoma male i ni na koji način ne utiču na rad i stabilnost sistema.

Varijacije snage u periodu od nekoliko minuta do jednog sata imaju mnogo veći uticaj na sistem od jednosekundnih

i jednominutnih varijacija. Na osnovu ovih varijacija određuje se dodatna sekundarna rezerva koja je potrebna za balansiranje promenljive izlazne snage vetroelektrana. Varijacije izlazne snage u vremenskim periodima od 10 do 30 minuta najčešće se nalaze u granicama $\pm 5\%$ instalisanih kapaciteta vetroelektrana, dok je standardna devijacija manja od 2%. Satne varijacije su 92% vremena u granicama $\pm 5\%$ instalisanih kapaciteta, dok su 99% vremena u granicama $\pm 10\%$ instalisanih kapaciteta. Na slici 2 prikazana je učestanost kratkoročnih varijacija izlaznih snaga vetroelektrana u jednom EES.



Slika 2. Učestanost varijacija vetroelektrana u periodima od 15 minuta, jednog sata i 4 sata

Maksimalne varijacije u vremenskom periodu od 4 sata najčešće su u granicama $\pm 50\%$ instalisanog kapaciteta vetroelektrana u jednoj državi.

3.2. Dugoročna varijabilnost izlazne snage vetroelektrana

Dugoročne varijacije su mesečne, sezonske i godišnje. Vetroelektrane u zimskim mesecima generišu više električne energije nego u letnjim. Ovakav rad vetroelektrana pogoduje EES-u jer je i potrošnja električne energije u zimskom periodu veća nego u letnjem.

Standardna devijacija godišnje proizvodnje električne energije u vetroelektranama u Evropskim zemljama iznosi oko 6%, što je manje od varijacija hidroelektrana.

4. UTICAJ VETROELEKTRANA NA BALANS SNAGA U EES

Uticaj vetroelektrana na rad elektroenergetskog sistema u pogledu balansa aktivnih snaga manifestuje se na dva načina:

- planiranje proizvodnje ostalih elektrana u sistemu
- povećanje balansnih kapaciteta

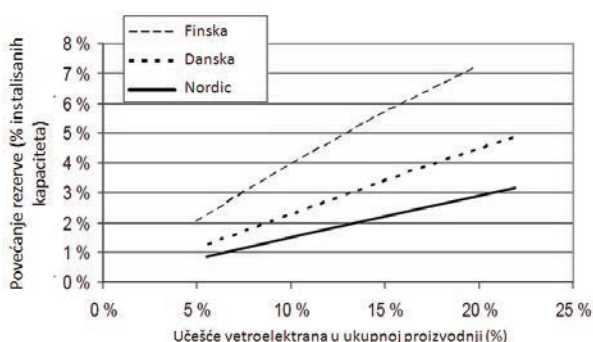
U sistemima u kojima je snaga vetroelektrana mala u odnosu na ukupnu snagu ostalih elektrana (do nekoliko procenata), njihov uticaj na sistem je zanemarljiv. Značajniji uticaj vetroelektrana na balans snaga u EES počinje da se manifestuje kada vetroelektrane dostignu nivo učešća od 10% u ukupnoj proizvodnji.

Na veličinu primarne rezerve u sistemu utiču veoma brze promene proizvodnje i potrošnje. Analize i iskustva u sistemima sa vetroelektranama pokazale su da kratkoročne varijacije proizvodnje vetroelektrana ni na koji način ne utiču na rad sistema.

To znači da se u sistemima sa vetroelektranama, bez obzira na njihov broj i snagu, ne zahtevaju dodatni balansni kapaciteti za primarnu regulaciju.

Sekundarna regulacija se vrši aktiviranjem sekundarne rezerve najčešće u roku od 15 sekundi do 15 minuta nakon delovanja primarne regulacije. To znači da na sekundarnu rezervu utiču varijacije potrošnje i proizvodnje vetroelektrana na vremenskoj skali od nekoliko minuta. Za razliku od sekundnih varijacija koje su jako male i koje gotovo da ni na koji način ne utiču na veličinu primarne rezerve, minutne varijacije su dosta osetnije i imaju značajniji uticaj na povećanje sekundarne rezerve u sistemu.

Nivo uticaja vetroelektrana na veličinu sekundarne rezerve zavisi od broja i snage vetroelektrana u sistemu a na slici 3 prikazano je povećanje balansnih kapaciteta u zavisnosti od učešća vetroelektrana u proizvodnji.



Slika 3. Povećanje balansnih kapaciteta u zavisnosti od učešća vetroelektrana u ukupnoj proizvodnji

Smanjenje uticaja vetroelektrana na elektroenergetski sistem, sa aspekta balansa snaga, može se postići na nekoliko načina:

- povećanjem tačnosti prognoze proizvodnje vetroelektrana
- povećanjem fleksibilnosti sistema
- skladištenjem električne energije
- interkonekcijom sa susednim sistemima
- uvođenjem brzih (kratkoročnih) tržišta električne energije – sat-unapred
- regulacijom izlaznih snaga vetroelektrana

5. BALANS SNAGA U EVROPSKIM ZEMLJAMA SA VELIKIM BROJEM VETROELEKTRANA

Zbog sve većeg učešća vetroelektrana u proizvodnji električne energije kao i zbog njihove varijabilne proizvodnje pravila u radu sistema, sa aspekta balansa aktivnih snaga, morala su da pretrpe određene promene. Pojedine zemlje donele su niz pravila i standarda koji se odnose na operatore vetroelektrana kao i na operatore prenosnih sistema. Ovim pravilima se od vetroelektrana zahteva da i one učestvuju u pružanju pomoćnih usluga, odnosno u regulaciji aktivnih snaga. Pravila se razlikuju u zavisnosti od zemlje u kojoj se primenjuju, pa su tako u nekim zemljama vetroelektrane balansno odgovorne, kao i konvencionalne elektrane, dok su u drugim one u potpunosti oslobođene balansne odgovornosti.

Svi proizvođači električne energije u Nemačkoj koji su obuhvaćeni feed-in tarifama, a samim tim i vetroelek-

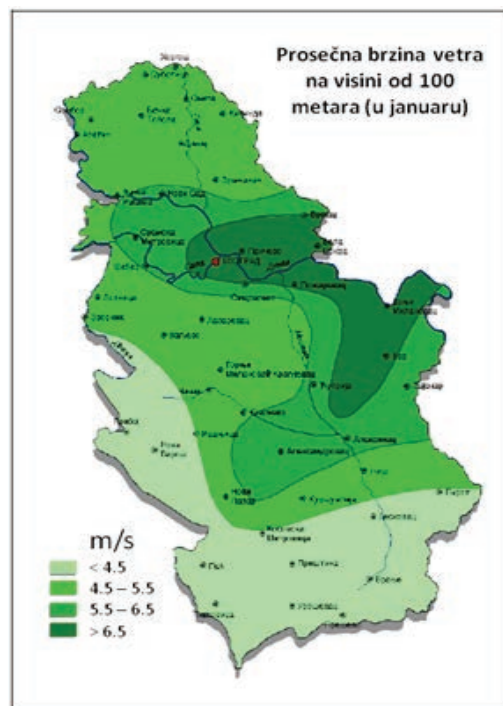
trane, u potpunosti su oslobođeni balansne odgovornosti, što znači da operatori vetroelektrana nemaju obavezu da prognoziraju izlaznu snagu, odnosno nemaju obavezu da dostave planove proizvodnje za naredni dan, kao što to rade ostale elektrane u sistemu.

Operatori vetroelektrana u Danskoj su u potpunosti balansno odgovorni i obavezni su da u potpunosti ispoštuju predviđenu proizvodnju, odnosno proizvodnju sa kojom su izašli na tržište predhodnog dana. Za svako odstupanje od ove proizvodnje plaćaju kazne koje mogu iznositi i do 30 % godišnjih prihoda vetroelektrane.

Većina zemalja u regionu opredelila se za feed-in tarife koje su slične Nemačkom modelu što znači da se ovim proizvođačima garantuje otkup celokupne proizvedene električne energije bez obzira na potrebe elektroenergetskog sistema u tom trenutku. Osim toga, povlašćeni proizvođači su delimično ili u potpunosti oslobođeni balansne odgovornosti.

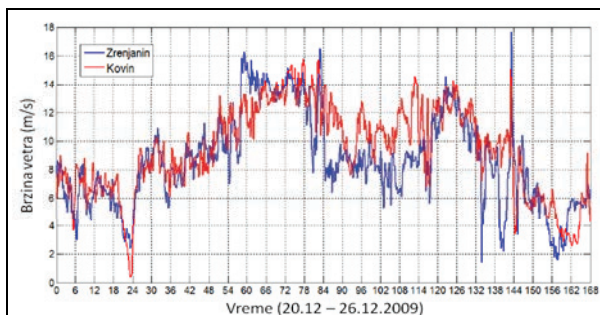
6. BALANS SNAGA U EES SRBIJE SA PRIKLJUČENIM VETROELEKTRANAMA

Prva studija energetskog potencijala vetra Srbije izrađena je 2002. godine za potrebe Elektroprivrede Srbije. Ova studija je pokazala da se vetar može eksploatisati na površini od oko 500 km² na kojoj bi se moglo instalirati 1300 MW vetrogeneratorskih proizvodnih kapaciteta koji bi godišnje mogli da proizvedu do 2,3 TWh električne energije. Najpovoljnije lokacije za eksploataciju vetra u Srbiji su: istočni delovi zemlje, pojedine planinske oblasti I područje južnog Banata. Na slici 4 je prikazan atlas vetrova Srbije.



Slika 4. Prosečna brzina vetra u Srbiji

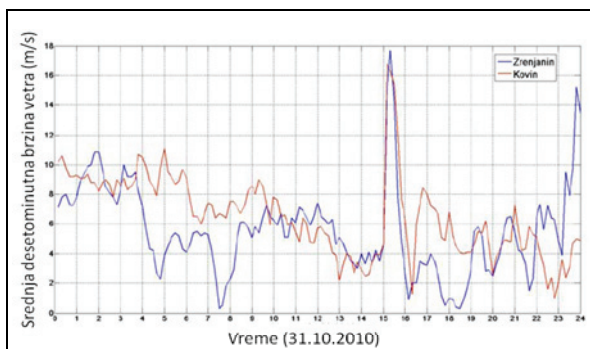
Obzirom da je južni Banat jedna od najpovoljnijih lokacija za izgradnju vetroelektrana, potrebno je razmotriti karakteristike vetra na ovom području i njihov uticaj na EES Srbije. Na slici 5 prikazani su dijagrami brzina vetra na lokacijama u blizini Kovina i Zrenjanina za period od nedelju dana



Slika 5. Dijagrami brzina vetra na lokacijama u blizini Kovina i Zrenjanina za period od nedelju dana

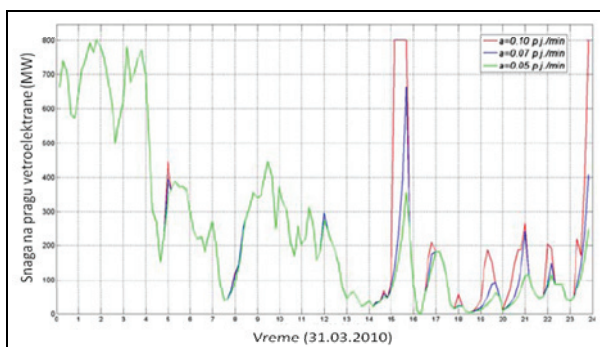
Sa slike 5 je očigledno da vetrovi na dve lokacije na području južnog Banata koje su međusobno udaljene 60 km pripadaju istoj klimatologiji tako da se greške u proceni proizvodnje pojedinačnih vetroelektrana praktično algebarski sabiraju.

Na slici 6 prikazan je karakterističan dan u kojem bi vetroelektrana iz režima minimalne snage prešla u režim nominalne snage za period od nekoliko minuta. Gradijent promene snage bi bio u ovom slučaju $> 80 \text{ MW/min}$. Ovakve promene snage su teško predvidljive i zahtevaju postojanje velike rezerve balansnih snaga u sistemu koje moraju biti vrlo fleksibilne (hidroelektrane).



Slika 6. Brzina vetra za karakterističan dan sa kratkotrajnim udarnim talasom vetra

Na slici 7 prikazane su promene snage vetroelektrane za dan, prikazan na slici 6 za različite vrednosti a .



Slika 7. Promene snage vetroelektrane za dan, prikazan na slici 6 za različite vrednosti a

Kompensacija nepredvidivih promena (porasta) snage vetroelektrana je naročito nezgodna u jutarnjim satima kada elektrane rade na tehničkom minimumu i dalje

potiskivanje snage elektrana praktično nije moguće. Iz tog razloga potrebno je definisati granične vrednosti gradijenta porasta snage vetroelektrana koje su prihvatljive za EES. Ograničenje promene snage se zadaje svakoj vetroelektrani sa fiksnom vrednošću maksimalnog gradijenta porasta snage. $a=(\Delta P/\Delta T)_{\max}$.

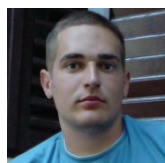
7. ZAKLJUČAK

Priključenje vetroelektrana u EES zahteva postojanje dodatnih balansnih kapaciteta u sistemu koji iznose svega nekoliko procenata od ukupne instalisane snage vetroelektrana, što znači da je varijabilnu izlaznu snagu vetroelektrana moguće uspešno balansirati bez većih poteškoća.

8. LITERATURA

- [1] Ž.Đurišić, B. Đukić, N. Šijaković, D. Balkoski, D. Popović, "Analiza karakteristika vetra u južnom Banatu i uslovi integracije vetroelektrana u EES Srbije", Savetovanje CIGRE, Zlatibor, 2009.
- [2] Hannele Holttinen, Bettina Lemström Peter Meibom, Henrik Bindner, Antje Orths, Frans van Hulle, "Design and operation of power systems with large amounts of wind power", VTT, Finland, 2007.
- [3] Godfrey Boyle, "Renewable Electricity and the Grid: The Challenge of Variability", Earthscan, United Kingdom, 2007.
- [4] Brendan Fox, Damian Flynn, Leslie Bryans, Nick Jenkins, David Milborrow, "Wind Power Integration: Connection and system operational aspects", Institution of Engineering and Technology, United Kingdom, 2007.
- [5] Frans Van Hulle, "Large scale integration of wind energy in the european power supply: analysis, issues and recommendations", a report by European Wind Energy Association, Belgium, 2005.
- [6] "Wind in power: 2010 European statistics", a report by European Wind Energy Association, Belgium, 2011.
- [7] "The European offshore wind industry key 2011 trends and statistics", a report by the European Wind Energy Association, Belgium, 2012.

Kratka biografija:



Milan Vignjević rođen je u Odžacima 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2012. god.



Vladimir Katić doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu 1991. god., a od 2002 je u redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu, na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja: Energetska elektronika, Obnovljivi izvori električne energije i Kvalitet električne energije.



Određivanje optimalne raspodele predajnika u heterogenoj bežičnoj mreži upotrebom genetskog algoritma

Marko Vučićević, Fakultet tehničkih nauka – Odsek za računarsku tehniku i računarske komunikacije
Aleksandar Miljković, Fakultet tehničkih nauka – Odsek za računarsku tehniku i računarske komunikacije
Dragan Samardžija, Fakultet tehničkih nauka – Odsek za računarsku tehniku i računarske komunikacije
Dragan Kukolj, Fakultet tehničkih nauka – Odsek za računarsku tehniku i računarske komunikacije

Sadržaj – U ovom radu je opisana simulacija optimalnog postavljanja različitih vrsta predajnika u odnosu na pozicije prijemnika i njihovih zahteva. Simulacija se izvršava na osnovu ulaznih parametara koji predstavljaju mapu predela, poziciju i zahtevani protok prijemnika, poziciju i dimenzije zabranjenih zona i prepreka, kao i oblasti koje su obavezne da se pokriju signalom. Simulator uz pomoć genetskog algoritma pronalazi optimalne pozicije na kojim se predajnici nalaze, kao i tip predajnika.

Ključne reči — Bežične mreže, genetski algoritam, raspored predajnika.

I. UVOD

OPTIMALAN raspored predajnika predstavlja veoma važan zadatak u okviru komunikacionih mreža. Za rešavanje ovog problema koriste se razni algoritmi zasnovani na genetskim algoritmima, neuronskim mrežama i geometrijskim zakonitostima [6].

Računarska simulacija procesa evolucije se prvi put primenjivala 1954. godine na Princetonu, Nju Džersi, da bi '60-tih godina počela šire da se primenjuje, nakon niza članaka genetičara Frejzera i Bremermana. Njihove simulacije su uključivale sve osnovne elemente modernih genetskih algoritama (GA). Popularnosti GA posebno doprinosi Holand ranih '70- tih [2].

Popularnost GA potiče iz brojnih dobrih osobina, od kojih su neke:

- Zasnovani su na evoluciji, koja je uspešan metod prilagođavanja u biološkim sistemima.
- Imaju širok domen primene.

Ovaj rad je delimično finansiran od strane ministarstva obrazovanja i nauke Republike Srbije pod oznakom TR-32034, od sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj pokrajine Vojvodine pod oznakom 114-451-2434/2011-01 i od strane Mađarske razvojne agencije u okviru TÁMOP-4.2.2/08/1/2008-0008 program.

Marko Vučićević, Aleksandar Miljković, Dragan Samardžija i Dragan Kukolj Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon: 381-63-7835334, e-mail: marko.vucicevic@rt-rk.com)

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Marka Vučićevića. Mentor je bio prof. dr Dragan Kukolj.**
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2011.**

- Jednostavno se paralelizuju.

Zadatak GA je da se pretraži prostor hipoteza kako bi se pronašla *najbolja hipoteza*. *Najbolja hipoteza* je ona koja optimizuje unapred definisanu numeričku meru za dati problem zvanu *prilagođenost hipoteze*.

Potruga za odgovarajućom hipotezom počinje **populacijom**, to jest, skupom inicijalnih hipoteza. GA generišu naredne hipoteze uzastopnom primenom operatora *ukrštanja* i *mutacije* nad najbolje prilagođenim trenutnim hipotezama. U svakom koraku, hipoteze u *trenutnoj populaciji*, se procenjuju na osnovu *funkcije mere prilagođenosti hipoteze*. Najbolje prilagođene hipoteze se biraju, probablističkim izborom, za proizvodnju naredne generacije. Trenutna populacija se ažurira zamenjivanjem dela populacije potomcima najbolje prilagođenih hipoteza.

Prilikom rešavanja ovog problema ispoštovani su uslovi minimiziranja cene, broja predajnika uz maksimalnu pokrivenost zadatih oblasti i broja prijemnika. Fitnes funkcija treba da zadovolji bar dva uslova: da se može upotrebiti u algoritmu GA i da oslikava vezu sa stvarnim problemom koji želimo da optimizujemo. GA koristi samo fitnes funkciju kao vezu sa stvarnim problemom i u krajnjoj liniji GA će optimizovati ono što od njega tražimo, tako da fitnes funkcija treba da dobro reprezentuje funkciju cilja.

Koristeći GA kreirana je programska podrška koja pronalazi optimalnu poziciju predajnika. Ulazni podaci algoritma su tip predajnika (25m i 18m), mapa oblasti (*Slika 1, Slika 2, Slika 3 i Slika 4*), procenat ukrštanja (90%), procenat mutacije (4,5%) i broj generacija (1000). Fitnes funkcija prvenstveno teži da pokrije što više predajnika, zatim što veću oblast, a tek nakon toga da to uradi sa što manjom cenom.

Iz testnih datoteka se učitava izgled mape sa pozicijama prijemnika, zabranjenih zona i prepreka. Algoritam generise inicijalnu populaciju (predajnike). Svakim prolazom pronalazi najbolju jedinku, tj. skup predajnika koji najbolje pokrivaju prijemnike, zadovoljavaju im kapacitet i imaju najnižu cenu. Testiranja su radjena za 1000 generacija.

II. METODOLOGIJA

Implementacije GA se razlikuju u detaljima, ali je njihova opšta struktura ista i može se videti na prototipu genetskog algoritma:

Prvi korak: GA (prilagođenost, granica prilagođenosti, p, r, m)

- **prilagođenost:** Funkcija koja pridružuje ocenu datoj hipotezi.
- **granica prilagođenosti:** Granica koja određuje uslov za zaustavljanje.
- **p :** Broj hipoteza koje su uključene u populaciju.
- **r :** Deo populacije koji će biti zamenjen u svakom koraku operatorom ukrštanja.
- **m :** Procenat onih koje će da mutiraju.

Vratiti one hipoteze iz P koje imaju najveću prilagođenost. Prilagođenost predstavlja fitnes funkciju GA, u ovom slučaju. Algoritam prvenstveno teži pokriti što veći broj prijemnika, zatim za maksimalan mogući broj pokrivenih prijemnika teži se većem procentu pokrivenosti oblasti i tek nakon toga se od slučaja u kojima je ista, maksimalna u tom trenutku, pokrivenost prijemnika i oblasti bira jedinka koja to čini uz najmanju cenu. Takva jedinka se proglašava za najbolju i kao takva prenosi se u narednu generaciju.

Drugi korak: Inicijalizacija populacije

- $P \leftarrow p$ slučajno generisanih hipoteza

Treći korak: Procena

- Za svako h iz P izračunati **prilagođenost(h)**

Sve dok je:

$$[\max_h \text{prilagođenost}(h)] < \text{granica_prilagođenost}$$

Radi:

Kreiranje nove generacije, P_s :

1. Izbor:

Probabilistički izabrati $(1-r)p$ članova iz P da budu članovi P_s . Verovatnoća $\text{Pr}(h_i)$ da hipoteza h_i bude izabrana iz P data je sa:

$$\text{PR}(h_i) = \frac{\text{prilagodje nost}(h)}{\sum_{j=1..n} \text{prilagodje nost}(h_j)}$$

2. Ukrštanje:

Probabilistički izabrati $rp/2$ parova hipoteza iz P , u skladu sa $\text{Pr}(h_i)$. Za svaki par (h_1, h_2) proizvesti dva potomka koristeći operator ukrštanja. Uključiti sve potomke u P_s .

3. Mutacija:

Izabrati m procenata od članova P_s sa uniformnom verovatnoćom. U svakom od njih invertovati jedan, slučajno izabran, bit njegove reprezentacije.

4. Izmena:

$$P \leftarrow P_s$$

5. Evaluacija:

Za svaki h iz P izračunati **prilagođenost(h)**.

U GA se sledeća generacija dobija na osnovu trenutne populacije primenom skupa operatora koji kombinuju i mutiraju izabrane članove. To su operatori *ukrštanja* i *mutacije*.

Operator *ukrštanja* formira dva nova potomka od dva roditeljska niza bitova, tako što kopira određene bitove iz jednog, odnosno drugog roditelja. Bit na poziciji i svakog potomka je kopiran sa bita sa pozicije i jednog od roditelja. Izbor od kog roditelja će bit na poziciji i biti kopiran određuje se na osnovu dodatnog niza bitova koji se naziva *maska ukrštanja*.

Operator mutacije formira potomka samo od jednog roditelja. Proizvodi male nasumične promene. Na slučajan način izabere jedan bit niza i promeni njegovu vrednost [1].

III. POSTAVKA ISPITIVANJA

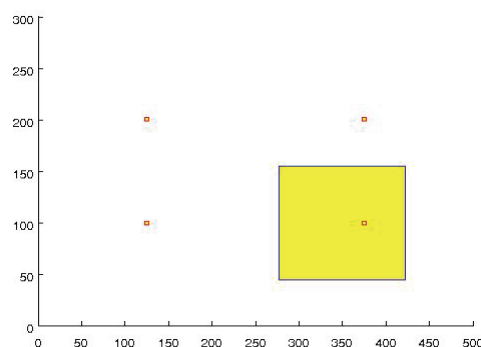
Simulacija je vršena nad četiri testna slučaja sa po 1000 generacija, gde je verovatnoća ukrštanja 90%, a mutacije 4,5%. Korišćena su dva varijabilna tipa predajnika sa dometom od 25m i 18m.

Mape su fiksne dimenzije 500m×300m. Njihov izgled je prikazan na *Slika 1*, *Slika 2*, *Slika 2* i *Slika 4*.

Na mapama su malim žutim kvadratima označeni prijemnici, veliki žuti kvadrati su oblasti obavezne za pokrivanje, zeleni kvadrati su oblasti zabranjene za pozicioniranje predajnika, dok su crveni kvadrati prepreke koje sprečavaju pravilno širenje signala.

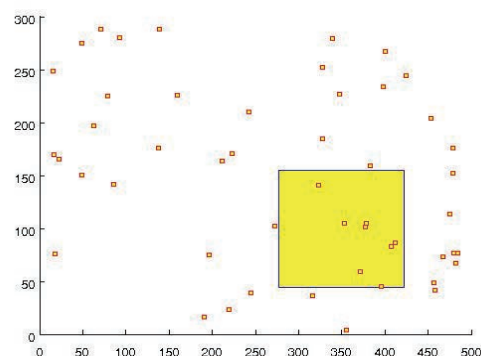
Testiranje je vršeno redom za svaku od mapa, vodeći računa da svaki test bude složeniji od predhodnog.

U prvom testu (*Slika 3*) koristi se jednostavna mapa koja na sebi sadrži pravilno raspoređena četiri prijemnika i jednu oblast koju je potrebno pokriti.



Slika 4 Jednostavna mapa

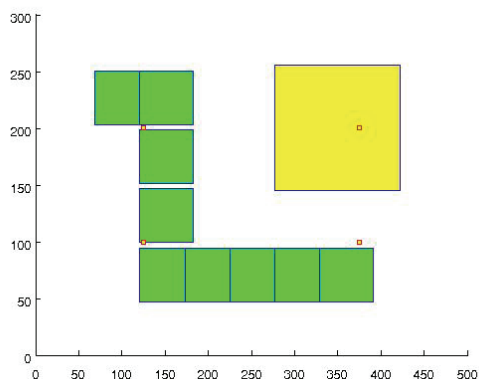
Drugi test (*Slika 2*) se sastoji od velikog broja nasumično raspoređenih prijemnika i male oblasti obavezne za pokrivanje.



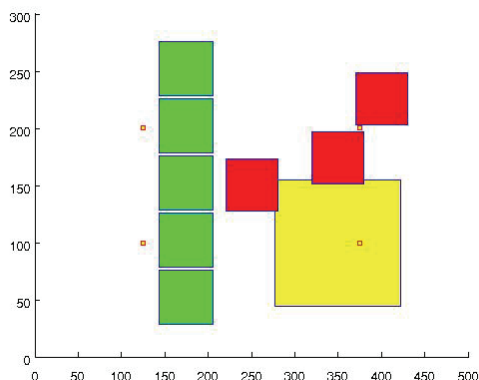
Slika 5 Mapa sa velikim brojem prijemnika

Treći test (*Slika 3*) se sastoji od pravilno raspoređena četiri prijemnika, jedne oblasti obavezne za pokrivanje i niza oblasti na kojima je zabranjeno postavljanje predajnika.

Poslednji, i najsloženiji test (*Slika 4*) se sastoji od prijemnika, oblasti koju je potrebno pokriti, zabranjenih zona i prepreka. Namerno je jedan prijemnik ugnježđen između dve prepreke da bi se uvidelo da li je GA dovoljno sposoban da pronađe poziciju predajniku kako bi i ovaj prijemnik bio pokriven.



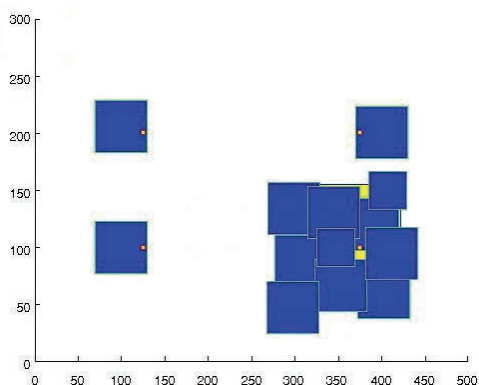
Slika 6 Mapa sa zabranjenim zonama



Slika 7 Kompletna mapa

IV. REZULTATI

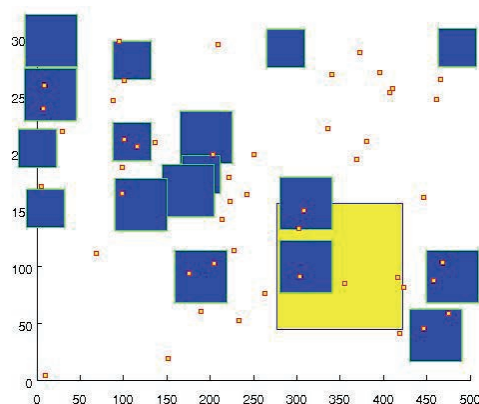
Rezultati simulacije prikazani su na *Slika 5*, *Slika 6*, *Slika 7* i *Slika 8*, za jednostavnu mapu, mapu sa velikim brojem prijemnika, mapu sa zabranjenim zonama i kompletnu mapu, respektivno.



Slika 8 Jednostavna mapa nakon simulacije

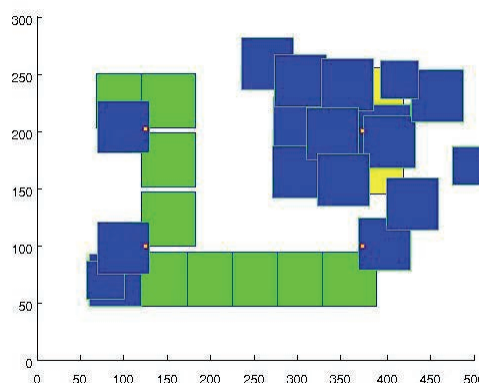
Plavim kvadratima je predstavljena oblast koju prekriva određeni prijemnik čija se pozicija nalazi u preseku dijagonala kvadrata.

Sa *Slika 5* primećuje se da su svi prijemnici uspešno pokriveni, kao i da je velika površina oblasti obavezne za pokrivanje takođe pokrivena.



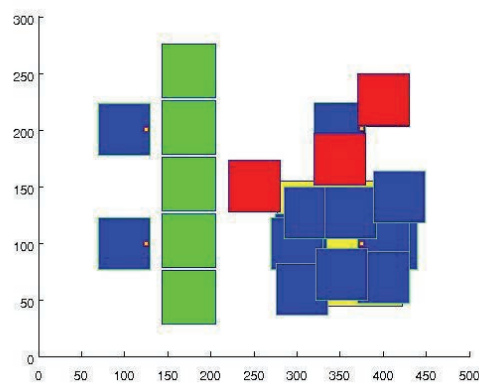
Slika 9 Mapa sa velikim brojem prijemnika nakon simulacije

Kod testa sa velikim brojem prijemnika primećuje se da je velika većina prijemnika pokrivena, kao i oblast obavezna za pokrivanje.



Slika 10 Mapa sa zabranjenim zonama nakon simulacije

U testu sa *Slika 3* primećuje se da su svi prijemnici pokriveni, pokrivena je i oblast, ali što je još bitnije ni jedan predajnik se ne nalazi u zabranjenim oblastima.

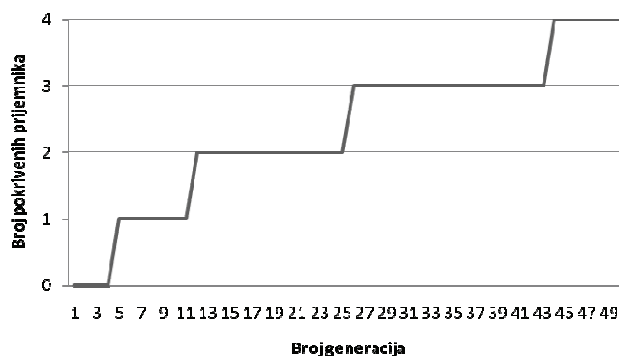


Slika 11 Kompletna mapa nakon simulacije

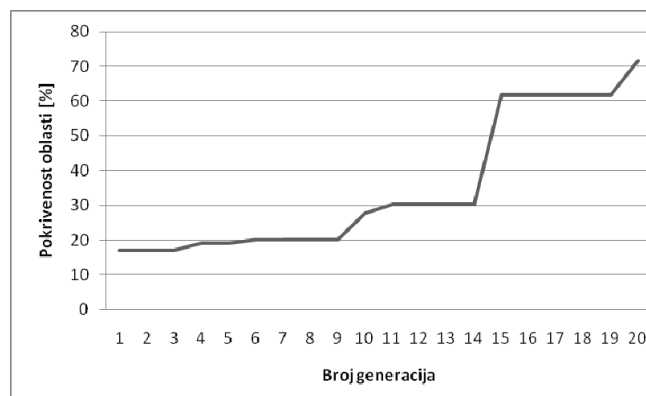
U poslednjem, i najsloženijem testu, algoritam je uspeo da pokrije sve prijemnike i najveći deo oblasti, i nije postavio predajnike u zabranjenim zonama kao i preprekama, a ujedno je efikasno rešio i problem sa ugnježđenim prijemnikom.

Pošto se u radu zahteva rešenje koje je blisko optimalnom, sa što više predajnika i što veći procenat pokrivenosti površine, izuzetno je važno da je i cena najniža moguća.

Kao potvrda ispravnog rada algoritma, na *Slika 9*, *Slika 10*. i *Slika 11* prikazani su grafici koji to potvrđuju. Grafici su identični za sve testne slučajeve, te su ovde prikazani samo oni za najjednostavniji, prvi test.

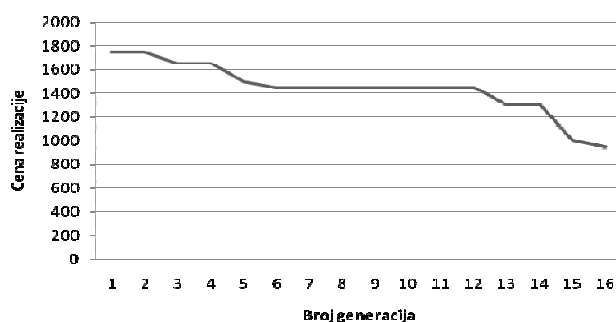


Slika 12 Pokrivenost predajnika u odnosu na broj generacija



Slika 13 Pokrivenost oblasti u odnosu na broj generacija

Grafici koji predstavljaju zavisnost pokrivenosti predajnika (*Slika 9*) i oblasti u odnosu na broj generacija (*Slika 10*) su neopadajuće funkcije koje i težimo dobiti.



Slika 14 Cena realizacije u odnosu na broj generacija

Sa *Slika 9*, *Slika 10* i *Slika 11* može se zaključiti ispravnost algoritma.

Na grafiku zavisnosti cene od broja generacija (*Slika 11*) treba uočiti da je to nerastuća funkcija, koja takođe potvrđuje ispravan rad algoritma.

Treba napomenuti da se grafik na *Slika 10* posmatra za isti broj pokrivenih prijemnika, kao i da se grafik sa *Slika 11* posmatra za isti procenat pokrivenosti obavezne oblasti.

V. ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da genetski algoritam potpuno zadovoljava postavljene zahteve i da nalazi rešenje koje je blisko optimalnom. Može se reći da je rešenje za jednostavnije primere idelano, dok je kod nešto složenijih primera slabije. To se opravdava time što je mapa, kao i fitnes funkcija, dosta složenija te algoritam ne može da konvergira do idelnog rešenja za mali broj zadatih generacija.

Ukoliko pak želimo još bolja rešenja, možemo povećati broj generacija na 5000, ili i više, ali je pitanje da li je to neophodno.

LITERATURA

- [1] Dragan Kukolj „Sistemi zasnovani na računarskoj inteligenciji”, FTN Izdavaštvo, 2007.
- [2] John Henry Holland „Adaptacija u prirodnim i veštačkim sistemima”, 1975.
- [3] Dragan Samardžija „Bežični komunikacioni sistemi”
- [4] C. Prommak, J. Kabara, D. Tipper, and C. Charnsripinyo, “Next generation wireless LAN system design,” in Proc. Mil. Commun. Conf., 2002.
- [5] K. S. N. Ripon, S. Kwong, and K. F. Man, “A real-coding jumping genegenetic algorithm (RJGGA) for multiobjective optimization,” *Inf. Sci.*, vol. 177, no. 2, pp. 632–654, Jan. 2007.
- [6] D. Niculescu, B. Nath „Position and Orentation in ad hoc Networks”, *Elsevier journal of ad hoc networks*, 2004 –No.2-P.133-151

ABSTRACT

Abstract – This paper presents a simulation of positioning various types of transmitters in an optimal way, regarding the positions of receivers and their demands. The simulation runs in regards to input parameters, which represent a landscape map, positions and demanded bandwidths of receivers, positions and dimensions of forbidden zones and barriers, as well as the areas that must be covered with a signal. Possible types of transmitters are also given as the input of the simulation, while the estimated positions of transmitters and their preferred type are given on the output.

EVENT DRIVEN WIRELESS NETWORK SIMULATOR

Marko Vučićević
Aleksandar Miljković
Dragan Samardžija
Dragan Kukolj

WebGL implementation in WebKit based web browser on Android platform

Dorđe Golubović, Goran Miljković, Svetozar Miučin, Zvonimir Kaprocki, Vladimir Velisavlje

Abstract — Android OS has gained much popularity in relatively short period, spreading from mobile devices into set-top box, automotive and internet tablet markets. To meet users' growing expectations of multimedia content delivery methods new open standards, like HTML5 and WebGL, are introduced. WebGL is accelerated 3D graphics library for web, based on OpenGL ES 2.0 (hereinafter GLES2). This paper presents one solution for WebGL implementation on ARMv7 set-top box with Android Gingerbread as target platform.

Key words — WebGL, OpenGL ES 2.0, Android, HTML5, set-top box.

I. INTRODUCTION

OVER the last two decades, the content of the *World Wide Web* has evolved from static hypertext pages through which users have navigated through simple hyperlinks, to interactive, animated, dynamic web applications which have started to look more like computer applications than hypertext documents. To allow more dynamic web content, various companies have developed their own proprietary standards which has caused divergence of web browsers based on their supported features.

To achieve more advanced user experience in web content delivery, attractive animated and interactive graphics were needed, and various plug-ins were used for this purpose, most commonly Adobe's proprietary Flash plug-in. Major drawbacks of such solutions are closed-standard nature and plug-in's architecture isolation from DOM (Document Object Model) hierarchy.

Effort to, among other things, solve problem of using closed source/close standards plug-ins for something that is now considered a basic functionality has resulted in newest version of HTML standard – HTML5. It is still in working draft as of writing this paper, but it is well known by web-developer community, and, to some extent, it is supported by all major web browsers. Most significant features added by standard are support for video and audio playback (audio and video tags),

advanced interactive 2D graphics (HTML Canvas Element, hereinafter canvas element), server-client communication protocol (WebSockets), multithreading (WebWorkers), advanced web forms templates (CSS3), and many other things. It is a great new asset for a very popular concept of cloud computing, where applications, application related data, user data, etc are all online, as explained in more detail in [1]. Examples of cloud computing applications are Google Docs production suite (<https://docs.google.com/>), Microsoft's SkyDrive (<http://www.skydrive.com/>), various paid music streaming services, etc. This proves that online applications are beginning to look more like desktop applications, and the gap between these two worlds is slowly fading.

High performance 3D graphics is still being seen as main obstacle in full convergence of web and desktop applications. WebGL standard started to be developed as GLES2 mapping for web browsers. It has advanced 3D graphics features (shaders) which allow realistic 3D rendering, which are supported on more advanced embedded and portable devices, thus making it acceptable and attractive for future implementation on wide array of devices and systems.

Even though first stable version of WebGL specification [2] is finished in February 2011, working draft was present in 2009, and it was implemented and evolving along with draft on most popular browsers. WebGL is currently supported in most major desktop web browsers, except in Internet Explorer, where are 3rd party plug-ins to address this feature. Browser support is shown in Table 1.

TABLE 1: WebGL support in major web browsers, red – unsupported; green – supported

IE	Firefox	Safari	Chrome	Opera
6.0	3.5	3.2	10.0	10.6
7.0	3.6	4.0	11.0	11.0
8.0	4.0	5.0	12.0	11.1
9.0	5.0	5.1	13.0	11.5
	6.0		14.0	
	7.0			
10.0	8.0	6.0	15.0	12.0

Things are a bit different in embedded/mobile world. Three most popular operating systems for mobile and embedded devices are Google Android, Microsoft Windows Mobile and Apple's iOS, and, as of now none of them has out-of-box support for WebGL. Apple plans to include it in iOS version 5, Sony-Ericsson has done some experimental WebGL demos, but currently there are no released WebGL implementations in resource limited systems.

This paper is organized in 5 chapters. WebGL related

This work was partially supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia under the project No. 32014, year 2011.

Dorđe Golubović, RT-RK LLC, Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: majti.njmf@gmail.com)

Goran Miljković, RT-RK LLC, Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: goran.miljkovic@rt-rk.com)

Svetozar Miučin, RT-RK LLC, Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: svetozar.miučin@rt-rk.com)

Zvonimir Kaprocki, RT-RK LLC, Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: zvonimir.kaprocki@rt-rk.com)

Vladimir Velisavljev, RT-RK LLC, Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: vladimir.velisavljev@rt-rk.com)

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Đorđa Golubovića. Mentor je bio prof. dr Miodrag Temerinac.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2011.

standards and WebKit engine are analyzed in chapter II. Chapter III deals with implementation details. Testing is covered in chapter IV, and conclusions and final words are given in chapter V.

II. PROBLEM ANALYSIS

WebKit is web browser layout engine, and its duty is to parse HTML document, create DOM tree based on its content, and redirect JavaScript code to JavaScript engine. JavaScript engine can be considered as virtual machine which runs programs written in JavaScript language, and has access to DOM tree. DOM tree is container for all objects which are present in particular HTML page, and document layout can be dynamically altered using DOM objects.

There are two JavaScript engines available for use in WebKit: JavaScriptCore, which is default, and external V8 made by Google, which is optional. V8 is designed to be highly optimized, and because of this it is JavaScript engine of choice in Android Operating Systems, including Gingerbread.

The problem addressed is: how to enable WebGL support in Android Gingerbread's WebKit based browser. Therefore, it is important to understand how WebGL fits in concept of web browser/WebKit, web page and its canvas element, and following image illustrates it.

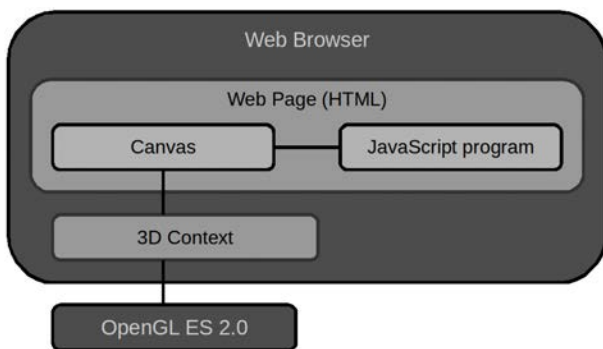


Figure 1: Block diagram showing links between key elements in WebGL

Web browser application opens web page containing canvas element and JavaScript program which manipulates it, and extracts 3D context object which it later uses as a mean to draw 3D scene into canvas. 3D context provides a link to hardware accelerated GLES2 API which is outside of web browsers domain.

Basic usage of 3D context within canvas is shown in example on Figure 2. This most basic example shows only how to initialize WebGL from canvas, and how to clear visible content of canvas' 3D context. Function *webGLStart* is called when HTML page is loaded and it initializes WebGL by extracting 3D context with call to *canvas.getContext("webgl")*. This function creates and links 3D context with the canvas object for which the *getContext* call was made. In this example entire canvas is filled with red colour.

WebKit uses JavaScript engine through strictly defined bindings system. Bindings system consists of two logical parts: part which is *hand-coded* by WebKit developers, and part which is *automatically generated*. *Hand-coded* part has mostly fixed functionality, and it depends on

JavaScript engine version used, so it is not of interest for

```

1 <html>
2 <head>
3 <title>WebGL most basic example</title>
4 <script type="text/javascript">
5   var gl;
6
7   function webGLStart() {
8     var canvas = document.getElementById("the-canvas");
9     gl = canvas.getContext("webgl");
10
11     gl.clearColor(1.0, 0.0, 0.0, 1.0);
12     gl.clear(gl.COLOR_BUFFER_BIT);
13   }
14 </script>
15 </head>
16 <body onload="webGLStart();">
17   <canvas id="the-canvas" style="border: none;"
18     width="500" height="500"></canvas>
19 </body>
20 </html>
  
```

Figure 2: The most basic WebGL example

work described in this paper.

Automatically generated part is generated at build-time, and depends on types, objects and interfaces defined in special dialect of IDL (Interface Definition Language) – WebIDL [3]. WebGL standard defines one WebIDL file (*webgl.idl*) which includes definitions of all WebGL objects, and for the sake of simplicity for WebKit's bindings generator, it is divided into many smaller IDL files, one for each class/object. Apart from types defined in *webgl.idl*, WebGL uses native array types defined in another standard, Typed Array specification [4], for which WebIDL is also available (*typedarray.idl*).

Apart from objects interfaces being defined in WebIDL form, their functionality must be defined in C++ to be used in WebKit by JavaScript through bindings. WebKit's convention is that for every class there must be one IDL file, and C++ source code in form of CPP and H file, and they must be named as class.

Many of classes/types defined in *webgl.idl* and *typedarray.idl* are already present in Gingerbread's WebKit, some of them can be fully reused, but most significant part must be changed to reflect newer standard. This is due to the fact that older WebKit, which is present in Gingerbread, implemented WebGL from then current standard draft, when no stable release of standard was available.

A. Native typed arrays

Because WebGL more or less maps directly to GLES2 API calls, it is of great importance to pass array parameters in format native to GLES2. Typed arrays specification addresses this problem, as new types map directly to C arrays, allowing JavaScript program to pass them directly to GLES2 C API, which WebGL uses.

Following types are defined by version 1.0 of Typed Array specification:

- Integer arrays (*IntXArray*, *UintXArray*, where *X* may be 8, 16 or 32)
- Floating point arrays (*Float32Array*, *Float64Array*)
- *ArrayBuffer* – interface which is not visible from JavaScript by design, so it can't be tested
- *DataView*

B. 3D context (*WebGLRenderingContext*)

WebGL context is object which is extracted from canvas, and it provides JavaScript program with an

interface to draw WebGL scene into parent canvas element using functions similar to those defined by GLES2 standard. WebGL standard named class of this object `WebGLRenderingContext`. It is in charge of initializing OpenGL subsystem, and mapping its rendering output to canvas. This object's methods are mapped GLES2 functions, with few differences to make WebGL benefit of various web features, such as using HTML Image element as texture source, etc.

For the sake of modularity, another class is introduced in WebKit which is closer to GLES2 by level of abstraction. Name of the class is `GraphicsContext3D`, and there are implementations of this class for Chrome and Safari in Gingerbread's version of WebKit, but it is missing Android implementation. Therefore, this is one of the main problems why WebGL isn't working on Gingerbread: the class which is used as a WebKit's proxy to platform's OpenGL implementation is missing.

As only `GraphicsContext3D` uses GLES2 API directly, its purpose is to initialize OpenGL system which consists of GLES2 and EGL library. OpenGL defines API for drawing 3D graphics, and EGL defines API for handling resources (initializing drawing surface, choosing which surface/context to draw to...). There are two ways of showing rendering results in canvas, and not on-screen:

- by initializing EGL pixmap surface with canvas' image buffer as rendering destination
- by using off-screen pbuffer, and copying its contents for every frame onto canvas

As EGL pixmap surface isn't implemented in our target platform, so we are forced to use only pbuffer.

III. TECHNICAL CONCEPT

Implementation details of native data types and `WebGLRenderingContext` are given in this chapter.

A. Native data types

Following native data types are defined in Typed Array Specification [3]: integer arrays (`Int32Array`, `Uint32Array`, `Int16Array`, `Uint16Array`, `Int8Array`, `Uint8Array`), floating point arrays (`Float32Array`, `Float64Array`), and `DataView` which is an interface for byte level data access to array types. All of those types are, as mentioned earlier, defined in WebKit present in Gingerbread as implementations of older standard using different names, except `DataView` and `Float64Array`.

By comparing native data types included in this version of WebKit and ones defined in Typed Array Specification [3], following tasks can be defined:

- `WebGLIntArray` => `Int32Array`
- `WebGLUnsignedIntArray` => `Uint32Array`
- `WebGLByteArray` => `Int8Array`
- `WebGLUnsignedByteArray` => `Uint8Array`
- `WebGLShortArray` => `Int16Array`
- `WebGLUnsignedShortArray` => `Uint16Array`
- `WebGLFloatArray` => `Float32Array`
- `Float64Array` must be added
- `DataView` must be added

To add new types in WebKit to be used in JavaScript, there are few steps which must be done: interface definition in WebIDL, implementation in C++ and optional hand-written bindings for JavaScript engine in

C++. As mentioned before, there are currently two options in WebKit – default JavaScriptCore and Google's V8.Implementation presented in this paper is using more advanced V8 engine.

C++ implementation is based on WebIDL, all fields and methods found in WebIDL are declared and defined in C++, and generated JavaScript bindings are using them.

B. Class `WebGLRenderingContext`

To get minimal functional implementation of WebGL, apart from typed arrays, `GraphicsContext3D` class must be implemented and linked to `WebGLRenderingContext`. It is class binder to JavaScript object which is extracted from canvas and it is used to draw 3D graphics onto that canvas. It serves as interface to WebGL drawing API, mirroring functionality of GLES2 API functions (they are even named similarly). At lower level, this class is supposed to do all GLES2 and EGL resource handling, but for the sake of modularity, `GraphicsContext3D` class is introduced in WebKit. Finally, `WebGLGraphicsContext` is higher level class which reflects its JavaScript binding, and `GraphicsContext3D` is responsible for low level GLES2 and EGL resource handling, thus being `WebGLGraphicsContext`'s indirect way of using GLES2 API.

On `GraphicsContext3D` object creation, OpenGL drawing context is created as an off-screen buffer using EGL interface. There are steps which must be followed when using GLES2 paired with EGL:

1. Using EGL API to get the display device descriptor. There is usually one descriptor per physical device, but there can be more
2. Creating display surface onto which GLES2 graphics will be drawn. There are three types of display surfaces: *window surface* (on-screen surface), *pbuffer surface* (off-screen surface with rendering output on graphics memory) and *pixmap surface* (rendering output is in main system memory, off-screen). As said in II.B., *pbuffer* surface must be used.
3. Creating EGL context – a variable which sets a particular EGL surface to which to draw to
4. Making EGL context current
5. Drawing 3D graphics by making calls to GLES2 API
6. Destroying EGL context and display surface

Steps 1, 2 and 3 are implemented in `GraphicsContext3D`'s constructor, steps 4 and 5 are API methods which `WebGLRenderingContext` uses, and step 6 is implemented in destructor.

Actual copying of rendering output is done in `GraphicsContext3D`'s *beginPaint* method which is called on every request for frame by canvas.

IV. TESTING AND VERIFICATION

Testing is done in three phases, where PC platform with Windows XP professional and with Google Chrome browser is used as reference platform. Three phases are explained below:

- A) Comparative phase – examples from WebGL tutorial [5] are visually compared on reference

TABLE 2: WebGL TESTING RESULTS

Test	Description	Result
1 – Square and triangle	simple 2D scene, used to verify initialization and that shader pipeline is working	Pass
2 – Vertex colors	simple 2D scenes with vertex colors	Pass
3 – Simple animation	same as 2, but with rotating 2D objects, used to verify basic animation is working	Pass
4 – 3D animation	vertex colored cube and pyramid, shows 3D object animation	Pass
5 – Textures	textured cube, used to test texture loaded from HTML Image Element is working	Pass
6 – Texture filters and keyboard	used to test basic texture filters and capturing keyboard events to control 3D scene	Rendering is correct, but keyboard input event isn't processed
7 – Basic lightning	shows basics of adding lightning, simple directional light	Pass
8 – Transparency and blending	shows how to use blending to create simple transparency effect	Pass
9 – Particles	shows simple usage of relatively large number of particle objects in scene	Pass
10 – Loading a map	shows basics of loading maps and basic camera usage	Rendering is correct, but keyboard input event isn't processed
11 – Sphere and rotation	shows usage of textures with sphere, and rotating object with mouse input	Rendering is correct, but mouse input event isn't processed
12 – Point lightning	simple example of light which seems to come from 3D point in scene	Pass
13 – Per-fragment lightning	example of more realistic lightning at cost of more processing time	Pass
14 – Specular highlights and JSON model	shows how to load complex 3D model from JSON file, and usage of specular highlights	Pass
15 – Specular maps	defines specular reflectivity of object at each point of its surface	Pass
16 – Render to texture	shows how to render one scene to texture, and use it in another	This example uses mipmaps for texture to which scene is rendered, and this is bug in OpenGL ES 2.0 libraries, not in WebGL implementation, as we have proved by trying the same from simple C OpenGL ES 2.0 application. When example is modified not to use mipmap, render is correct

platform and target platform.

- B) Typed array conformance tests – as part of work for this paper, JavaScript program for testing various aspects of typed array implementation and usage is made
- C) Performance test – popular Spinning WebGL Box [6] page is used for performance testing

A. Comparative phase

Examples from WebGL tutorial, which is based on popular *NeHe* OpenGL tutorials, are used for system verification. They don't cover all of the features of WebGL standard, but are complex enough to offer good coverage of commonly used functionality.

There are 16 examples that cover various aspects of WebGL, which are listed with results in Table 2.

B. Typed array conformance tests

Apart from visual testing, we have made automated tests for WebGL typed arrays (native data types) which try to check if those types are compliant to current stable release of standard. These are simple JavaScript programs that initialize types with all possible constructors, fill them with data, and use it. Description of tests follows:

- Types presence test – checks if new type names are visible from JavaScript
- WebGL initialization test
- Enums – tests presence of WebGL added enumerations
- Types test – goes through DataView and typed arrays to test functionality of their constructors, methods and attributes

Tests are based on WebGL specification. All tests passed, proving functionality completeness of implemented WebGL types.

C. Performance test

For performance test, Spinning WebGL Box [6] is used. Test is based on rotating cube, with runtime calculation of achieved frame-rate. Results are shown in Table 3.

Achieved frame-rate is 1fps, which is very slow, compared with 30fps measured on referent PC platform.

Detailed code profiling in Table 3 has identified root cause for such behavior: `glReadPixels` operation is consuming more than 90% of overall rendering time.

TABLE 3 – WebGL PERFORMANCE TESTING MEASURED TIME

Whole frame time [ms]	glReadPixels time [ms]	delta [ms]
0.811	0.870	0.059
0.843	0.891	0.048
0.812	0.876	0.064
0.843	0.891	0.048
0.812	0.876	0.064
0.843	0.892	0.049
0.842	0.888	0.046
0.768	0.817	0.049

V. CONCLUSIONS AND FINAL NOTES

We presented implementation of WebGL interface using WebKit based browser in Android system, and described how existing WebKit DOM is extended to include objects required by WebGL implementation. According to comparative and compliance tests, we have demonstrated that this implementation has reached standards compliance and functionality comparable to existing PC implementations.

Besides good compliance results, performance tests showed weakness of used embedded system, and showed us direction for further improvements.

Further development of this solution would have to include support for pixmap surface, and to avoid potential performance bottlenecks.

When expected rendering rate of 20 fps is reached, this solution will be candidate for real WebGL based 3D applications on Android.

REFERENCES

- [1] Antero Taivalsaari, Tommi Mikkonen, Matti Anttonen and Arto Salminen, "The Death of Binary Software: End User Software Moves to the Web", C^s 2011
- [2] WebGL Specification, Version 1.0, 10 February 2011: <https://www.khronos.org/registry/webgl/specs/1.0>
- [3] WebIDL Specification: <http://www.w3.org/TR/WebIDL/>
- [4] Typed Array Specification, Editors Draft: <https://www.khronos.org/registry/typedarray/specs/1.0/>
- [5] Learning WebGL, The Lessons (based on NeHe OpenGL tutorials): http://learningwebgl.com/blog/?page_id=1217
- [6] Spinning WebGL Box: <http://www.webkit.org/blog-files/webgl/SpiritBox.html>

KONKURENTNO PROGRAMIRANJE PROGRAMSKIM JEZIKOM C++**C++ CONCURRENT PROGRAMMING**Ivana Kačar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazan međunarodni standard C++11 sa posebnim osvrtom na njegovu podršku konkurentnom programiranju.

Abstract – This paper presents the international standard C++11 with special reference to his support for concurrent programming.

1. C++11

C++11 predstavlja ISO C++ standard objavljen 2011. godine. Uvodi mnoštvo novih karakteristika zbog čega „daje osećaj novog jezika“ – *Bajrne Stroustrup*. Standardom C++11, podstiče se razvoj generičkog i konkurentnog programiranja, kao i uniformne inicijalizacije. Osim novih karakteristika uvedenih direktno u jezik, one su takođe uvedene i u okviru C++ standardne biblioteke. Inicijalnu verziju biblioteke novog standarda trenutno pružaju *GCC* i *Microsoft VC* implementacije.

2. KONKURENTNOST U C++11**2.1. Konkurentnost**

Konkurentnost omogućava bolje iskorišćenje procesora i time olakšava pisanje efikasnih programa. Pored toga, predstavlja prirodan način rukovanja programima osetljivih na vanjske događaje (*event-driven* programi). Važno je razlikovati prividni i stvarni paralelizam kod konkurentnog programiranja. Kod računara koji poseduju jednojezgarni procesor, samo se prividno dobija utisak paralelnog izvršavanja aktivnosti niti. Ono što se tačno dešava je podela procesorskog vremena između niti koje zahtevaju simultano izvršavanje. Količina dodeljenog vremena, kao i redosled dodele procesora nitima, zavisi od više faktora među kojima je uključen i prioritet niti. Arhitektura računara koja obuhvata više procesora ili više procesorskih jezgara, nudi stvarni paralelizam. To znači da se više niti paralelno izvršava na različitim procesorima, odnosno na raznim jezgrima višezgarnih procesora. Ovakve niti u potpunosti raspolažu procesorskim vremenom svog procesora/jezgra [1]. U kontekstu široke rasprostranjenosti višezgarnih procesora, konkurentnost koju nudi C++11 standard je veoma važna, jer omogućuje iskorišćenje paralelizma uz očuvanje prenosivosti konkurentnih programa, odnosno njihove platformske nezavisnosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je prof. dr Predrag Rakić.

Prethodnim C++ standardima, memorijski model, koji pruža podršku za ispravno konkurentno programiranje, nije bio definisan. Jedinu podršku konkurentnosti činila su vanstandardna proširenja u okviru kompajlera, API-ja vezanih za odgovarajuće platforme, kao i platformski nezavisnih biblioteka. Nedostatak podrške konkurentnosti uzrokovao je probleme naročito za postizanje visokih performansi, ali isto tako i pri pisanju *cross-platform* koda, namenjenog za izvršavanje na više različitih platformi.

Konkurentnost u C++11 standardu podeljena je na dva dela. Jedan deo čini memorijski model koji definiše pravila (ograničenja) pristupanja memoriji i omoučava koegzistenciju niti. Drugi deo je podrška konkurentnosti kroz jezik i standardnu biblioteku [2].

2.2. Memorijski model

Paralelna arhitektura može biti zasnovana na razmeni poruka i deljenoj memoriji. Razmena poruka podrazumeva da svaki procesor ima lokalnu memoriju kojoj samo on može pristupiti, a komunikacija između procesora se odvija ramenom poruka. Kod deljene memorije, procesori dele jedan memorijski prostor posredstvom koga i komuniciraju, koristeći operacije pristupa memoriji (operacije čitanja i pisanja).

Ograničenja vezana za operacije pristupa deljenoj memoriji, definisana su u okviru modela koji se naziva sekvencijalno konzistentni memorijski model ili samo sekvencijalni memorijski model. On ima za cilj da programeri budu pošteđeni detalja funkcionisanja hardvera. Jednostavnost sekvencijalnog modela smanjuje efikasnost i performanse programa.

Ograničene mogućnosti sekvencijalnog memorijskog modela, izbegavaju se prelaskom na *relaxed* memorijski model koji je manje intuitivan, ali znatno efikasniji. Umesto da se operacije izvršavaju u redosledu definisanom programom, procesori i kompajleri sami određuju redosled.

C++11 standard uvodi *relaxed* memorijski model, pomoću koga obezbeđuje visoke performanse uz dobro definisanu semantiku.

3. STANDARDNA C++ BIBLIOTEKA

C++ standardna biblioteka predstavljena je kolekcijom klasa i funkcija, upakovanih u `std` prostor imena (*namespace*) i definisanih putem ISO C++11 standarda. Uključuje veći deo standardne biblioteke programskog jezika C, ali ne predstavlja njegov pravi nadskup.

3.1. Konkurentna biblioteka

Deo C++ standardne biblioteke čini konkurentna biblioteka. Njenom korišćenju mora da prethodi uključivanje heder fajla `<thread>`. Osnovna klasa kojom samostalno definišemo niti i njima upravljamo, naziva se `std::thread`. Najvažnija stavka konkurentnosti, sinhronizacija, podržana je klasama koje definišu `mutex` (`std::mutex`, `std::recursive_mutex`, itd.) i `condition` promenljive (`std::condition_variable`, `std::condition_variable_any`). Isključiv pristup deljenim resursima je obezbeđen na više različitih načina. Od velikog značaja su templejt klase `std::lock_guard<>` i `std::unique_lock<>` koje znatno olakšavaju rukovanje deljenim resursima u poređenju sa eksplicitnim operacijama zaključavanja i otključavanja. Komponente *future* koncepta predstavljaju klase `std::future` i `std::promise`, koje omogućuju razmenu informacija između niti bez eksplicitnog zaključavanja deljenih resursa. Funkcija `std::async` omogućava još jednostavniju razmenu informacija između niti, kojom se izbegava potreba za `std::promise` objektom. Osobine konkurentnosti na nekom višem nivou kao što je *thread pool*, nisu obuhvaćene standardom C++11, već su ostavljene za dalji razvoj.

3.2. Lokalno skladište niti

Podaci unutar statičkih ili globalnih promenljivih smešteni su na istoj memorijskoj lokaciji za svaku nit unutar istog procesa. Ponekad je neizbežno da dve niti, koje ukazuju na istu statičku ili globalnu promenljivu, pokazuju na različite memorijske lokacije. Mehanizam koji to obezbeđuje naziva se lokalno skladište niti (*Thread local storage - TLS*). Pomoću njega, umesto da se vrednosti statičkih ili globalnih promenljivih dele između niti, svaka nit ima sopstvenu vrednost. Svaka nit poseduje svoj stek smešten na posebne memorijske lokacije i promenljive na steku vezane su samo za nju. Smeštanjem vrednosti globalne ili statičke promenljive na stek, nit obezbeđuje jedinstvenost promenljive.

4. KREIRANJE I POKRETANJE NITI

Izvršavanje funkcije u okviru niti vrši se tako što se instancira objekat klase `std::thread`, prosleđujući funkciju kao argument konstruktora. Za pouzdano izvršavanje programa, neophodno je obezbediti da sve niti završe svoju aktivnost pre završetka funkcije `main()`. To se postiže operacijom `join()` koja predstavlja funkciju članicu klase `thread`. Aktivnosti pokrenute u okviru niti, umesto običnih funkcija, mogu biti predstavljene funkcijskim objektima. To su objekti klase koja sadrži metodu `operator()`. Metoda predstavlja redefinisani operator poziva funkcije. Pri pokretanju aktivnosti funkcijskog objekta, funktora, on se prosleđuje konstruktoru klase `std::thread`.

4.1. Prosleđivanje argumenata

Jedan način za prosleđivanje argumenata nitima je pomoću funktora i njegovih podataka-članova. Međutim, nije uvek neophodno kreirati klasu. Postoji mogućnost da

se argumenti direktno proslede konstruktoru klase `std::thread`. Time bi oni bili kopirani na stek niti, i na taj način bi bili dostupni funkciji koja se pokreće u okviru niti.

Pri pokretanju niti, funkcijski objekti i argumenti se uvek kopiraju u lokalno skladište niti. Mogućnost koju pruža novi standard je pokretanje funkcije-članice postojećeg objekta, ili prosleđivanje reference na postojeći funkcijski objekat, bez kopiranja objekata i argumenata u lokalno skladište niti. Poziv funkcije-članice zahteva dodatni argument koji predstavlja referencu na objekat klase, u okviru koje je definisana pomenuta funkcija.

5. SINHRONIZACIJA

Sinhronizacija predstavlja sastavni deo konkurentnog programiranja. Cilj joj je nesmetana međusobna interakcija više niti unutar istog procesa.

Sinhronizacija niti odnosi se na pristup dve ili više niti deljenim memorijskim resursima. Adresni prostor jednog procesa dele sve niti procesa i u okviru njega se obavlja međusobna komunikacija niti. Ovakva struktura je efikasna što se tiče vremena izvršavanja, ali zahteva mehanizme isključivog pristupa deljenoj memoriji. Ako se oni ne obezbede, rezultat izvršavanja postaje zavisn od redosleda aktiviranja niti (*race condition*).

5.1. Problem konzistentnosti memorije

Problem konzistentnosti memorije je rezultat nekonzistentnog pogleda na deljenu memoriju. Izbegavanje ovih problema zahteva razumevanje veze *happens-before*, definisane između dva izraza/iskaza. Ako izraz/iskaz predstavlja *happens-before* u odnosu na drugi, onda je on vidljiv iz drugog izraza/iskaza i isto tako se izvršava pre njega. Takođe su vidljivi i njegovi rezultati.

5.2. Kritična sekcija

Deo programa u kom se pristupa deljenom objektu i gde je moguć *race condition*, naziva se kritična sekcija. Izbegavanje *race condition* problema vrši se tako što se prvo definiše kritična sekcija, a potom se različitim oblicima sinhronizacije, obezbeđuje isključiv pristup kritičnoj sekciji.

Za kritične sekcije treba da važi [3]:

1. da mehanizam isključivog pristupa garantuje isključiv pristup deljenom resursu, odnosno da ne dozvoljava da se dve niti nađu unutar kritične sekcije u isto vreme,
2. da nit ne sme neograničeno dugo da čeka ulazak u svoju kritičnu sekciju,
3. da ulazak niti u kritičnu sekciju se ne sme odlagati ukoliko se ni jedna druga nit ne nalazi unutar kritične sekcije,
4. da nit ne sme neograničeno dugo da ostane u svojoj kritičnoj sekciji,
5. da nijedna nit koja je izvan svoje kritične sekcije ne sme sprečiti druge niti da uđu u svoje kritične sekcije, i da jedino nit unutar kritične sekcije može sprečiti ostale niti da uđu u kritičnu sekciju,
6. da prilikom razvoja programa ne uzimamo u obzir pretpostavke ni o brzini, ni o broju procesora i

7. da algoritam mora garantovati svakoj niti mogućnost ulaska u kritičnu sekciju.

5.3. Mrtva petlja - *Deadlock*

Mrtva petlja (*deadlock*) opisuje situaciju u kojoj je trajno zaustavljena aktivnost dve ili više niti. Više niti su u mrtvoj petlji ako svaka od niti čeka na događaj koji samo neka od preostalih niti može izazvati. Ona predstavlja uobičajeni problem konkurentnosti gde mnoge niti dele resurse po principu međusobne isključivosti.

Za pojavu mrtve petlje je potrebno da istovremeno budu ispunjena četiri uslova:

1. Zauzimani resursi se koriste u režimu međusobne isključivosti (*mutual exclusion*). Svaki resurs je dodjeljen jednom procesu ili je dostupan.

2. Resursi se zauzimaju jedan za drugim, tako da proces, nakon zauzimanja izvesnog broja resursa, mora da čeka da zauzme preostale resurse.

3. Resurse oslobađaju samo procesi koji su ih zauzeli, nema mogućnosti za oduzimanje resursa (*no preemption condition*).

4. Postoji cirkularna međuzavisnost niti (*circular wait condition*). Prva nit čeka oslobađanje resursa koga drži druga nit, a on čeka oslobađanje resursa koga drži treći nit, i tako redom do poslednje niti, koja čeka oslobađanje resursa koga drži prva nit.

Takođe postoje četiri načina tretiranja problema mrtve petlje:

1. Sprečavanje pojave mrtve petlje onemogućavanjem važenja nekog od četiri uslova zaslužna za njenu pojavu

2. Izbegavanje pojave mrtve petlje

3. Otkrivanje pojave mrtve petlje i oporavak od nje

4. Ignorisanje pojave mrtve petlje.

5.4. Izgladnjivanje – *Starvation*

Problem izgladnjivanja je sličan problemu mrtve petlje po tome što procesi ne nastavljaju započetu aktivnost. Međutim, uzrok ovih problema se razlikuje. U slučaju problema izgladnjivanja, u teoriji proces može da se izvrši, jer on nije zaglavljen. Takmičenje procesa za resurse zahteva da operativni sistem ima strategiju za izbor procesa koji će sledeći dobiti određeni resurs. Problem se javlja zbog lošeg pravila izbora procesa, jer se može desiti da neki proces nikada ne dođe do traženog resursa. Do resursa svaki put dođe neki drugi proces koji na osnovu pravila izbora ima veći prioritet.

Postoje različite varijante algoritama za rešavanje problema izgladnjivanja. Jedan od njih se naziva starenje (*aging*) u okviru koga se prioritet procesa postepeno povećava kako on duže čeka na izvršavanje, i na kraju konačno dolazi na red.

6. MUTEX

Isključiv pristup deljenim resursima podrazumeva da oni budu dostupni samo jednoj niti u jednom trenutku. Koncept C++11 standarda koji to obezbeđuje, naziva se muteks (*mutex* - *MUTually EXclusive*).

Četiri tipa muteksa uvedenih C++11 standardom su:

1. ne-rekurzivni – `std::mutex`

2. rekurzivni – `std::recursive_mutex`

3. ne-rekurzivni koji dozvoljava timeout u okviru funkcije zaključavanja – `std::timed_mutex`

4. rekurzivni koji dozvoljava timeout u okviru funkcije zaključavanja – `std::recursive_timed_mutex`

6.1. `lock()` i `unlock()`

Zaključavanje deljenih resursa pri njihovom korišćenju, kao i otključavanje po završetku korišćenja, vrši se operacijama zaključavanja i otključavanja muteksa, `lock()` i `unlock()`. Ukoliko je muteks zaključan u okviru jedne niti, druge niti koje pokušaju da zauzmu muteks moraju da čekaju da ga prva nit otključa.

Muteksi nude najjednostavniji oblik sinhronizacije i predstavljaju pravo rešenje ukoliko nit uvek zaključa odgovarajući muteks pre nego što pristupi deljenim resursima. Tada smo sigurni da se ostalim nitima ne dozvoljava pristup podacima dok god se muteks ne oslobodi. U toj situaciji je sprečen istovremeni pristup deljenim resursima iz više niti, i takođe se izbegava nedefinisano ponašanje opisano kao *data race*. Isključiv pristup deljenim resursima pružaju funkcije za eksplicitno zaključavanje i otključavanje muteksa.

6.2. `std::lock_guard<>`

Templejt klasa `std::lock_guard<>` u velikoj meri olakšava rukovanje muteksom prilikom pristupa deljenim resursima. Konkretno, misli se na otključavanje muteksa koje se u ovom slučaju obavlja automatski. Najčešće se zahteva zaključavanje muteksa nad čitavim regionom. Konstruktoru `std::lock_guard` objekta prepušta se zaključavanje muteksa, dok je otključavanje obezbeđeno u okviru destruktora. U tom slučaju, zaključavanje se vrši jednostavnim instanciranjem objekta kao lokalne promenljive na početku bloka, a pri izlasku iz bloka, koji predstavlja opseg važenja lokalne promenljive, poziva se otključavanje.

`std::lock_guard<>` znatno olakšava pisanje *exception-safe* koda. Korišćenjem eksplicitnih funkcija za rukovanje muteksom, neophodno je obezbediti otključavanje unutar svakog izlaza iz regiona u kom je muteks bio neophodan, što se odnosi i na izlazak izazvan izuzetkom. Izbegavanje eksplicitnog otključavanja muteksa, naročito korisno usled obrade većeg broja izuzetaka, vrši se upotrebom `std::lock_guard<>` objekta.

6.3 `std::unique_lock<>`

`std::lock_guard` poseduje veoma striktno ponašanje kada je reč o zaključavanju muteksa. `std::unique_lock<>` pruža znatno širi spektar mogućnosti, pri čemu podržava naknadno zaključavanje muteksa, preuzimanje već zaključanog muteksa, timeout zaključavanje, itd.

Jedna od ključnih prednosti `std::unique_lock<>` objekta, u odnosu na eksplicitno zaključavanje i otključavanje muteksa, je u tome što je njegov životni vek nezavisan od vremena u kom se on drži zaključan. Može se otključati pre kraja funkcije ukoliko se ispuni iščekivani uslov, ili se može otključati ukoliko se u okviru funkcije nađe na vremenski zahtevnu operaciju,

nakon čijeg izvršavanja se objekat ponovo zaključa. Nastoji se da vreme u kom su objekti zaključani bude što kraće, a da se pritom izvršavanje obezbedi od pojave izuzetaka.

Rešenje pruža klasa `std::unique_lock<>` u kombinaciji sa klasom `std::condition_variable`. Nit se zaustavlja dok se ne ispuni uslov za nastavak njene aktivnosti. Za vreme čekanja niti, muteks se oslobađa kako bi deljeni resursi bili dostupni ostalim nitima. Ispunjenjem uslova, nit se pobuđuje i resursi se ponovo zaključavaju u okviru nje.

7. FUTURE

Future koncept, uveden u C++11 standardnu biblioteku, predstavlja mehanizam asinhronog prenosa vrednosti i izuzetaka između dva zadatka, bez eksplicitnog korišćenja mehanizma zaključavanja.

Komunikacioni kanal za prenos vrednosti ili izuzetaka između više niti, formira se od dva objekta čije su klase definisane unutar `<future>` zaglavlja C++11 standardne biblioteke. Ulaznu stranu čini objekat klase `std::promise`. Njegovim kreiranjem se zauzima polje, u koje će se smeštati vrednosti ili izuzeci namenjeni prosleđivanju. Izlazna strana predstavljena je objektom `std::future` klase.

Preuzimanje vrednosti može biti obavljeno na dva načina. Ukoliko tip prosleđivane vrednosti podržava *move* semantiku, prosleđivana vrednost se prenosi, u suprotnom se kopira.

Prosleđivanje izuzetka vrši se na isti način kao i prosleđivanje vrednosti. Razlika je samo u metodama za postavljanje vrednosti, odnosno izuzetka namenjenih za prenos između niti.

Umesto samostalnog rukovanja nitima, elegantniji mehanizam predstavlja `std::async()` metoda. Zadatak, prosleđen kao argument, predstavljen je običnom funkcijom. Za preuzimanje rezultata funkcije, i dalje se koristi objekat `std::future`. Ukoliko se desi izuzetak, on se više ne postavlja ručno, već ga detektuje sistem i prosleđuje pozivajućoj niti.

8. ZAKLJUČAK

Konkurentnost predstavlja nezaobilaznu karakteristiku modernog programiranja. Koncept konkurentnosti dobija na značaju nakon širenja višeprocorskog/višejezrog hardvera.

Nedostatak standarda vezanih za konkurentnost, ograničava mogućnost C++ programskog jezika za postizanje paralelizma u budućnosti. Proširenja standarda koja su obezbeđivala konkurentnost, varirala su između različitih kompajlera i platformi.

C++11 standardom se obezbeđuje standard za podršku konkurentnosti, čime je omogućena platformska nezavisnost konkurentnih programa.

Standardom je olakšano pisanje efikasnih programa, jer je omogućeno bolje iskorišćenje procesora, a isto tako je i smanjen broj API-ja i sintaksi neophodnih za pisanje konkurentnih programa.

9. LITERATURA

- [1] <http://www.devarticles.com/c/a/Cplusplus/Multithreading-in-C/>
- [2] What is C++0x? - Bjarne Stroustrup, October 2009.
- [3] <http://bcook.cs.georgiasouthern.edu/cs523/critical.htm>
- [4] <http://www2.research.att.com/~bs/C++0xFAQ.html>
- [5] C++0x: The Dawning of a New Standard
- [6] <http://www.boost.org/>
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B11#Multitasking_memory_model
- [8] Shared Memory Consistency Models: A Tutorial – Sarita V. Adve, Kourosh Gharachorloo, Septembar 1995.
- [9] <http://accu.org/index.php/journals/1584>
- [10] <http://www.justsoftwaresolutions.co.uk/threading/multithreading-in-c++0x-part-1-starting-threads.html>
- [11] http://www.helsinki.fi/atk/unix/dec_manuals/DOC_40E/HTML/AQTLMDTE/DOCU_018.HTM
- [12] http://en.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B11#Threading_facilities
- [13] <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/concurrency/sync.html>
- [14] https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:GuCO0tlcRrYJ:java.sun.com/developer/Books/performance2/chap3.pdf+To+avoid+updating+the+same+data+structure+at+the+same+time,+threads+lock+a&hl=sr&gl=rs&pid=bl&srcid=ADGEEShrtDOZ37HrKf_X2txPn_1UnFNizrsEvQaBdfjhFRZ53i1Meh5m-GHcRe-PTqEL7h99T4Kp7Vn0yPRvBo6Is5CcZceBeK8STYa1ifdC_nayz2efVBFZR6Qy_3sDYt8kT7saPUuM&sig=AHIEtbQ7YE7SbkCQKzBcdy2ygxNF4AabGg&pli=1
- [15] <http://www.corensic.com/Learn/Resources/ConcurrencyTutorialPartFour.aspx>
- [16] <http://code.google.com/edu/submissions/waterloo-concurrent/index.html>

Kratka biografija:



Ivana Kačar je rođena 1987. godine u Novom Sadu. Završila je gimnaziju „Jovan Jovanović Zmaj“ u Novom Sadu 2006. godine. Fakultet tehničkih nauka je upisala 2006. godine. Ispunila je sve obaveze i položila je sve ispite predviđene studentskim programom.

REPRODUKCIJA 3D ZVUKA VIRTUELNE SCENE NA IMERSIVNI 2D UREĐAJ
REPRODUCTION OF VIRTUAL 3D SOUND ON IMMERSIVE 2D DEVICEIvan Nenadović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj rad analizira algoritme i metode za 3D audio reprodukciju i simulaciju. Opisan je rad čula sluha i objašnjen je način na koji ono pomaže u određivanju pozicije zvučnog izvora u prostoru. Za razumevanje tog procesa neophodno je razumeti parametre poput: prenosnih funkcija glave, interauralne vremenske razlike i interauralne razlike u intenzitetu. Razvijena aplikacija demonstrira kako se neki od ovih parametara mogu simulirati i upotrebiti za kreiranje virtuelne zvučne slike.

Abstract – This thesis analyzes various algorithms and methods for simulation and reproduction of 3D audio. Physiology of human auditory system is described and role of hearing in determining position of sound source is discussed. For understanding of that process, it is necessary to describe binaural cues such as: head related transfer functions, interaural intensity difference and interaural time difference. Application is developed to demonstrate how some of this cues can be used for simulating virtual 3D audio.

Ključne reči: Virtuelna Realnost, 3D zvuk, Virtuelni zvuk

1. UVOD

Ljudi koriste čulo sluha sve vreme za prikupljanje audio informacija iz okruženja. Svi zvukovi koje čovek čuje, sadrže detaljne informacije o udaljenosti i poziciji izvora zvuka u neposrednoj okolini. Ova sposobnost je od neprocenjive važnosti za čoveka i mnoštvo drugih vrsta, a u pojedinim situacijama može da bude ključni faktor preživljavanja. 3D audio sistem omogućava slušaocu da opaža poziciju virtuelnog zvučnog izvora u prostoru generisanjem prostorne zvučne slike gde se zvučni izvori nalaze na proizvoljnim lokacijama u trodimenzionalnom prostoru. Tehnologija 3D zvuka je daleko naprednija od stereo reprodukcije, pošto virtuelni zvučni izvor može biti opisan atributima levi ili desni, prednji ili zadnji, iznad ili ispod.

Faktori okruženja koji postoje u samoj prirodi (odjek, rastojanje razdvojenost zvuka, Doplerov efekat), fizičke karakteristike (ušiju, izgled ušne školjke itd.) i fiziologija uha omogućavaju čoveku da lokalizuje položaj zvučnog izvora.

U virtuelnom okruženju ovi faktori nisu prisutni i moraju biti simulirani da bi se stvorili što precizniji uslovi koji

postoje u prirodnoj sredini. Za uspešnu lokalizaciju zvučnog izvora, identifikovani su sledeći parametri:

- **Interauralna Vremenska Razlika (Interaural Time Difference-ITD):** Vremenska razlika između dolaska audio signala na svako uho posebno.
- **Interauralna Razlika Intenziteta (Interaural Intensity Difference-IID):** Razlika u zvučnom pritisku između levog i desnog uha.
- **Prenosne funkcije glave (Head Related Transfer Functions-HRTF):** Kompleksna interakcija zvučnog talasa sa torzom, ramenima, glavom i ušnom školjkom slušaoca.
- **Odjek (Reverberation):** Refleksije zvučnih talasa sa ostalim objektima u okruženju.
- **Interakcija sa vidom:** Lokacija zvučnog izvora može biti precizno određena samo kada se zvučni izvor vizuelno identifikuje.

2. OSNOVNI ELEMENTI 3D AUDIO REPRODUKCIJE

Sistem koji reprodukuje 3D zvuk koristi procese i metode za simulaciju prostornih parametara i akustičnih uslova koji su prisutni u izvornom okruženju, odnosno u okruženju gde se nalazi izvor zvuka koji se simulira. Operator sistema može da manipuliše sa prostornom slikom slušaoca i da kreira različite doživljaje, kao na primer:

- **Replikacija postojećeg auditornog okruženja.**
- **Kreiranje potpuno novog akustičnog iskustva.**
- **Mešanje različitih akustičnih doživljaja.**
- **Reprezentacija virtuelnog akustičnog sveta.**

Za formiranje virtuelne 3D zvučne slike uvek se uzima u obzir lokacija slušaoca i na osnovu nje se vrše potrebna merenja i kalkulacije. Zbog toga se kaže da prostorna percepcija zvuka ima egocentrični karakter.

3. PROSTORNA PERCEPCIJA ZVUKA

Čovek ima sposobnost da uz pomoć čula sluha formira zvučnu sliku okruženja. Ova slika se naziva prostorna zvučna slika, a različiti zvučni izvori koji su deo te slike nazivaju se **auditorni objekti**. U većini situacija perceptovana pozicija auditornih objekata odgovara fizičkoj poziciji zvučnih izvora. Drugim rečima, prostorna zvučna slika odgovara odgovara fizičkom okruženju u kom se slušalac nalazi.

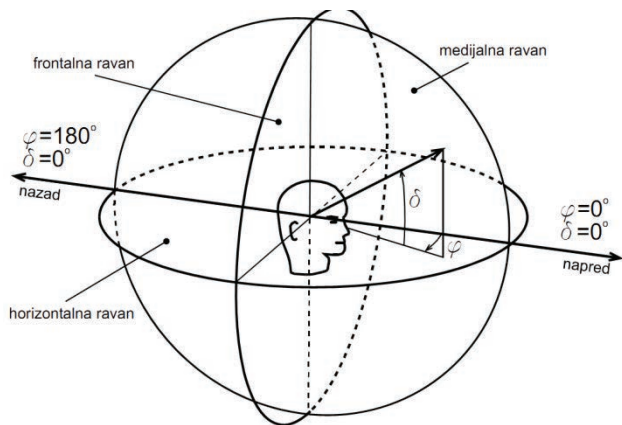
3.1 Lokalizacija zvuka

Čulo sluha funkcioniše u trodimenzionalnom prostoru u kome je za svaki pojedinačni fizički nadražaj moguće

NAPOMENA:

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

odrediti pravac iz kog zvučni talas nailazi na glavu slušaoca. Na slici 1 je prikazan koordinatni sistem glave koji služi za definisanje prostornih dimenzija percepcije zvuka. Forma glave i njena pozicija u prostoru definišu horizontalnu, medijalnu i frontalnu ravan, kao i pravac napred-nazad. Svaki mogući pravac i smer nailaska talasa na glavu slušaoca definiše se **azimutom (φ)** i **elevacijom (δ)**. Koordinatni sistem sa slike 1 je vezan za glavu i kreće se zajedno s njom.



Slika 1. Koordinatni sistem glave.

Glava se u zvučnom polju ponaša kao prepreka koja utiče na pojavu refleksije i difrakcije. Te pojave se javljaju na frekvencijama na kojima dimenzije glave utiču na kretanje zvučnih talasa, odnosno kada je talasna dužina manja od dimenzija glave. Ušna školjka svojom složenom geometrijom utiče na ponašanje viših frekvencija u zvučnom polju. Torzo ima uticaj na strukturu zvučnog polja zbog pojave refleksije od ramena koja stiže do oba uha. Svi ti uticaj zajedno čine da postoji razlika između signala koji deluju na levo i desno uho i te razlike zavise od pravca iz kog dolazi zvuk, odnosno elevacije i azimuta.

Kada zvuk nailazi iz pravca koji je određen nekim azimutom uvodi se definicija bližeg i daljeg uha. Razlike se javljaju u vremenskom domenu i u domenu nivou zvuka. Zbog činjenice da se mehanizam prostorne percepcije čula sluha zasniva na razlikama u dva različita domena, ovaj mehanizam se u literaturi naziva "dupleks teorija". Vremenske razlike u signalima na bližem i daljem uhu nazivaju se **interauralna vremenska razlika**, a razlike u domenu nivoa zvuka **interauralna razlika u intenzitetu**.

3.2 Interauralna vremenska razlika

Interauralna vremenska razlika nastaje kada se zvučni izvor nalazi na mestu koje je bliže jednom uhu. Kada je azimut pravca iz kog dolazi zvučni talas različit od nule, zvuk stiže do bližeg uha nešto ranije nego do daljeg uha zbog njihovog međusobnog rastojanja. Za zvučne talase koji dolaze direktno ispred ili pozadi (azimut je 0°) u odnosu na glavu, vremenska razlika je 0 ms.

Vremenska razlika je najveća kada se zvučni izvor nalazi krajnje desno ili krajnje levo u odnosu na centralnu osu glave (azimut je 90°) i za prosečnu glavu iznosi 0.6 ms. Ova razlika je, iako mala, dovoljna za formiranje svesti o pravcu iz kog dolazi zvučni talas.

3.3 Interauralna razlika u intenzitetu

Do razlike u interauralnom intenzitetu dolazi kada glava zaklanja izvor zvuka, odnosno kada se glava ponaša kao prepreka na putu zvučnih talasa. Efekat počinje da se primećuje na frekvencijama iznad 1.5 kHz, a na višim postaje još izraženiji.

Razlika u intenzitetu u jednom uhu može da dostigne i 40 dB u odnosu na drugo. Na primer, intenzitet sinusoidnog talasa frekvencije 3 kHz koji dolazi pod azimutom od 90° (s leve ili desne strane glave) biće umanjen za 10 dB. Talas frekvencije 6 kHz biće umanjen za 20 dB, a talas frekvencije 10 kHz biće umanjen za čak 35 dB. Međutim, na frekvencijama manjim od 1 kHz, lokalizacija više nije efektivna jer talasi sa većom periodom difraktuju ("savijaju se") od fizičkih prepreka, i na taj način smanjuju mogućnost detektovanja razlike u intenzitetu.

3.4 Prenosne funkcije glave

Uticaj svih faktora koji utiču na interauralnu razliku između signala na levom i desnom uhu mogu da se opišu sa prenosnom funkcijom glave. Po svojoj definiciji, prenosne funkcije glave pokazuju promene koje nastaju u zvučnom polju u odnosu na stanje koje postoji kada se glava ukloni iz polja. Postoje izvesne individualne razlike u oblicima HRTF parametara kod različitih osoba. Zbog toga svaka osoba ima svoj specifičan oblik HRTF parametara na koje je njeno čulo sluha prilagođeno. Najvažnija komponenta koja utiče na prenosnu funkciju glave je ušna školjka. Njen kompleksni asimetrični izgled se ponaša kao filter koji utiče na zvučne talase, na njihovu difrakciju u rezonancu u prostoru. Ostale komponente koje mogu da utiču na prenosne funkcije glave su torzo i ramena.

Merenje prenosnih funkcija glave je izuzetno vremenski zahtevan i težak proces i ne postoje idealne metode za merenje ovih podataka.

4. SIMULACIJA 3D ZVUKA

Simulacija 3D zvuka predstavlja obradu audio signala sa ciljem da se re-kreiraju uslovi koji postoje u prirodnoj sredini. Na taj način se mogu simulirati binauralni parametri interauralne vremenske razlike i interauralne razlike u intenzitetu.

4.1 Modelovanje IID i ITD

Model koji je predložio Vudvort [1] za simulaciju interauralne vremenske razlike pretpostavlja da je glava sferičnog oblika i da se zvučni izvor nalazi na proizvoljnoj distanci i na horizontalnoj ravni. Ako su ovi uslovi ispunjeni, vremenska razlika τ_{delay} se može izračunati kao:

$$\tau_{delay} = \frac{a}{c}(\theta + \sin\theta) \quad (1)$$

gde je, θ azimut ugla zvučnog izvora, c je brzina zvuka i a je radijus sfere koja predstavlja glavu. Ova formula je validna za angularne frekvencije (odnosno, frekvencije koje su izražene u radijanima u sekundi), a koje su veće od razlike a/c . Prema Kunu [2], međutim, ovaj model funkcioniše samo sa visokim "steady-state" frekvencijama.

Još jedan model za simulaciju interauralne vremenske razlike na horizontalnoj ravni je predložio Kun [8]. Za razliku od prethodnog, ovaj model je baziran na lutki (*anthropomorphic manikin*) koja ima torzo i glavu. Rad modela takođe zavisi od frekvencije, i za niske frekvencije, vremenska razlika τ_{low} se računa kao:

$$\tau_{low} = \frac{3a}{c} \sin\theta \quad (2)$$

gde je a radijus glave, c brzina zvuka, a θ azimut ugla zvučnog izvora. Ova formula je validna ako je ispunjen uslov $\frac{2\pi af}{c} \ll 1$. Za više frekvencije gde je $\frac{2\pi af}{c} \gg 1$, vremenska razlika τ_{high} se modeluje uz pomoć:

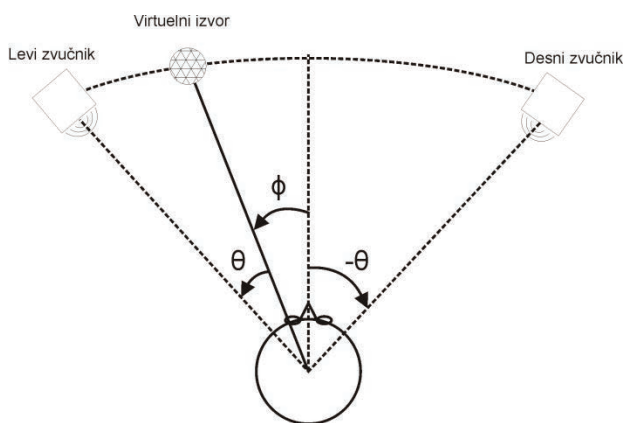
$$\tau_{high} = \frac{2a}{c} \sin\theta \quad (3)$$

Jedna od metoda za simulaciju Interauralne Razlike u Intenzitetu (IID) je "amplitude panning" tehnika. Ovaj metod se zasniva na modifikaciji amplitude signala (intenziteta signala) na takav način da promena intenziteta omogućava čulu sluha da lokalizuje zvučni izvor uz pomoć IID. Drugim rečima, promene amplitude signala koji se reprodukuje na zvučnicima (ili slušalicama) uz pomoć faktora pojačanja (*gain factor*), omogućava slušaocu da opaža virtuelni izvor koji se reprodukuje u nekoj poziciji u prostoru. Matematički, to se može zapisati kao:

$$b_i(t) = g_i(t)s_m(t), \quad i = 1, \dots, N \quad (4)$$

gde je $b_i(t)$ signal na izlazu iz zvučnika i u vremenu t , $s_m(t)$ je "ne-procesirani" zvuk koji pristiže na svaki od zvučnika u vremenu t , g_i je faktor pojačanja signala na zvučniku i , N je ukupan broj zvučnika koji se koriste.

Postoje različiti načini na koji se mogu konfigurisati zvučnici za primenu ove tehnike, uključujući u dvodimenzionalne i trodimenzionalne konfiguracije. Bez obzira koja se tehnika koristi, princip je isti: primenom različitih faktora pojačanja stvoriti impresiju da se zvučni izvor nalazi na određenom mestu u virtuelnom prostoru (slika 2).



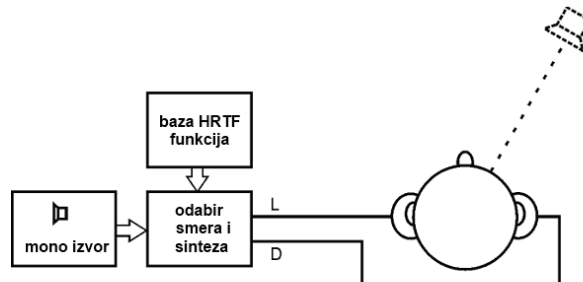
Slika 2. Konfiguracija zvučnika i položaj virtuelnog zvučnog izvora u primeni "amplitude panning" tehnike.

Dvodimenzionalna konfiguracija (koja je ilustrovana na slici 2) pretpostavlja da se slušalac nalazi na jednakom rastojanju (simetrično) od desnog i levog zvučnika u horizontalnoj ravni. Trodimenzionalna tehnika je proširenje dvodimenzionalne konfiguracije sa jednim ili više zvučnika koji su postavljeni na istom rastojanju u

odnosu na ostale. Virtuelni zvučni izvor može biti pozicioniran bilo gde u trouglu koji formiraju zvučnici pri ovakvoj konfiguraciji.

4.2 Binauralna sinteza

Slika 3 pokazuje šemu sintetizovanja binauralnog signala. Monoauralni audio signal procesira se ("konvulvira") sa izmerenim HRTF koeficijentima za određeni prostorni ugao na koji se želi postaviti zvučni izvor u virtuelnom zvučnom polju, i to za svako uho posebno. Tako dobijeni binauralni signal se može dovesti na slušalice i ispitanik će, u idealnom slučaju opaziti zvuk u željenom smeru.



Slika 3. Šema reprodukcije sintetizovanog binauralnog signala.

5. SIMULACIJA 3D ZVUKA NA IMERSIVNOM 2D UREĐAJU

Projekat pokazuje kako je u kontrolisanim uslovima moguće simulirati binauralne parametre u zavisnosti od položaja glave slušaoca. Softver je realizovan uz pomoć C# programskog jezika, programskog interfejsa *NAudio* [3] i *ASIO4All* [4] drajvera za reprodukciju zvuka sa niskim kašnjenjem.

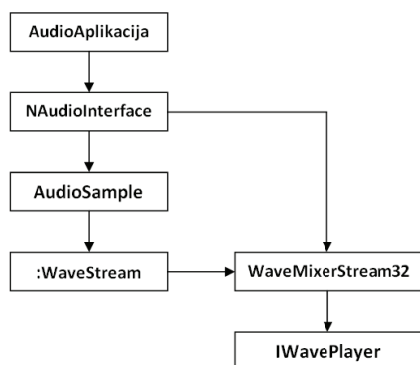
NAudio je *open-source* biblioteka za .NET okruženje i sastoji se od nekoliko desetina klasa koje olakšavaju razvoj audio aplikacija i alata. Biblioteka je napravljena 2001. godine i od tad se spisak mogućnosti konstantno proširuje. Prvobitan razlog za nastajanje biblioteke je skromna programska podrška za obradu i reprodukciju zvuka u .NET verziji 1.0. Predstavljanjem *Silverlight* i *WPF* tehnologija *Microsoft* je omogućio bolju podršku za razvoj audio i multimedijalnih aplikacija, ali zbog jednostavnosti, brzine i velikog broja podržanih audio formata značajan broj korisnika još uvek koristi *NAudio*.

ASIO (*Audio Stream Input/Output*) je standard otvorenog koda koji je predstavio *Stainberg* 1996. godine, i osnosi se na drajver koji komunicira sa audio hardverom na najnižem nivou. *ASIO* je dizajniran da komunicira direktno sa audio interfejsom bez operativnog sistema kao posrednika, omogućavajući bolje performanse i brži transfer podataka između audio softvera i audio hardvera. *ASIO4ALL* je implementacija ovog standarda, razvijena sa ciljem da obezbedi maksimalne performanse zvučnih kartica uz podršku za 32-bitne i 64-bitne procesore.

5.1 Arhitektura aplikacije

Glavni deo funkcionalnosti aplikacije je realizovan u okviru klase *NAudioSample* i klase *NAudioInterface*. Klasa *NAudioInterface* predstavlja generički model apstrakcije koji sadrži metode i funkcije koje mogu da se

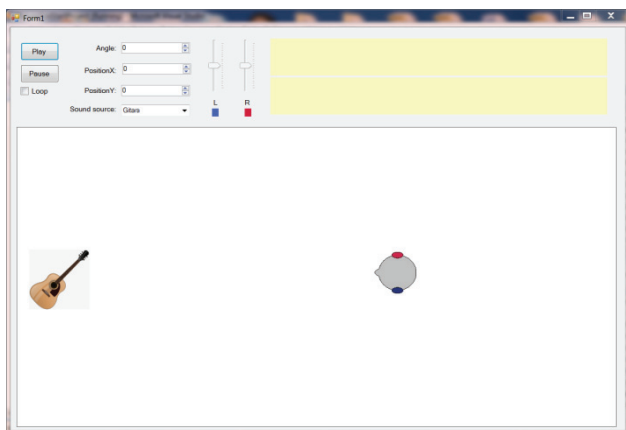
pozivaju iz drugih klasa (ili iz drugih aplikacija). Arhitektura aplikacije ilustrovana je na slici 4.



Slika 4. Arhitektura aplikacije

Tehnika “*amplitude panning*” se zasniva na modifikaciji amplitude signala (intenziteta signala) na takav način da promena intenziteta omogućava čulu sluha da odredi poziciju zvučnog izvora uz pomoć interauralne razlike u intenzitetu.

Na slici 5 je prikazana simulirana glava i zvučni izvor koji se nalaze u prostoriji. Pretpostavka je da se zvučni izvor i glava slušaoca nalaze u približno istoj ravni, odnosno elevacija je 0^0 i da ugao u odnosu na izvor može da bude proizvoljan, odnosno azimut može da bude bilo koja vrednost od 0^0 do 360^0 . Intenzitet signala koji se reprodukuje na slušalicama zavisi od azimuta koji glava zauzima u odnosu na virtuelni izvor zvuka. Na primer, ako je azimut 90^0 intenzitet zvučnih talasa koji dolaze do slušaoca je jači na levom uhu, pošto senka glave zaklanja desno uho. Zvučni izvor se tada opaža sa leve strane u odnosu na položaj glave. Ako je azimut 270^0 situacija je obrnuta pošto zvučni talasi nesmetano dolaze na desno uho dok je sada levo uho zaklonjeno senkom glave.



Slika 5. Izgled glavnog prozora aplikacije.

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad ilustruje metode i tehnike koje služe za simulaciju 3D zvuka u virtuelnom okruženju. Prikazano softversko rešenje je pokušaj da se u kontrolisanim uslovima na jednostavan način simulira uloga binauralnih parametara pri promeni intenziteta zvuka, položaja

korisnika i azimuta glave slušaoca u odnosu na izvor zvuka. Aplikacija demonstrira lokalizaciju izvora zvuka uz pomoć “*amplitude-panning*” tehnike i pokazuje da je čulo sluha sposobno da na osnovu samo jednog parametra, interauralne razlike u intenzitetu, odredi poziciju zvuka u prostoru.

Glavni problem koji se javlja kod implementacije “*audio panning*” tehnike je činjenica da uho može da detektuje promene u interauralnoj razlici u intenzitetu tek na frekvencijama koje su veće od 1.5 kHz. To znači da ako je frekvencija zvuka koji se reprodukuje niža od te vrednosti, čulo sluha će imati problem sa detektovanjem položaja zvuka u prostoru [2]. Zbog toga se za određivanje lokacije zvukova niskih frekvencija mora simulirati i parametar interauralne vremenske razlike. Drugi problem se javlja kada je azimut jednak 180^0 . U toj situaciji, slušalac ne bi mogao da razlikuje između zvuka koji dolazi direktno ispred i zvuka koji dolazi direktno iza njega (*front-back confusion*). U ovom slučaju, simulacija ITD i ILD parametara nije dovoljna za određivanje pravca, već se mora simulirati i HRTF parametar.

7. LITERATURA.

- [1] R.S.Woodworth and G.Schlosberg, *Experimental Psychology*. Holt, Rinehard and Winston, 1962.
- [2] G.F.Kuhn, *Model for the interaural time differences in the azimuthal plane*, Journal of the Acoustical Society of America, July 1997, pp 157-167.
- [3] Codeplex Open Source Project Community, “NAudio API”, NAudio API za .NET framework, <http://naudio.codeplex.com/documentation>.
- [4] Universal ASIO Driver For WDM Audio, “ASIO4All”, <http://www.asio4all.com>, ASIO4ALL drajveri za zvučne kartice.
- [5] D.R. Begault, *3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia*, Academic Press Professional, 1994.
- [6] L. Savioja, *Modeling Techniques for Virtual Acoustics*, PhD thesis, Helsinki University of Technology, Telecommunications Software and Multimedia Laboratory, 1999.

Kratka biografija:



Ivan Nenadović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Sistemi Virtuelne Realnosti odbranio je 2012.god.

**SERVIS IMENA ENTITETA OBJEKTNOG MODELA DISTRIBUTIVNOG
ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA****NAMING SERVICE FOR OBJECT MODEL ENTITIES IN A DISTRIBUTION
MANAGEMENT SYSTEM**

Veljko Golović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazano je idejno rešenje zasebnog servisa imena entiteta jednog distribuiranog elektroenergetskog sistema. Objektni model takvog sistema, u današnje vreme, sadrži veliki broj entiteta koje je potrebno pretražiti i izdvojiti radi dalje upotrebe. Servis omogućava brzu pretragu entiteta po unapred određenoj hijerarhiji, kao i održavanje iste. Dodatno, omogućeno je pravljenje više hijerarhija entiteta koje korisnik sam definiše, kao i pretraga po svim unetim hijerarhijama.

Abstract – This paper presents a preliminary design of a separate naming service that contains hierarchically ordered names of entities from a distributed power system. Today, such systems contain a large number of entities to be searched and extracted for further use. The service allows a quick search for entities according to given default hierarchy, as well as maintaining the hierarchy. Also, it is possible to introduce user-defined hierarchies of entities, and to use them in the search criteria.

Ključne reči: Naming service, Path Enumeration model, CIM

1. UVOD

U distribuiranim elektroenergetskim sistemima sve komponente sistema, bilo da se radi o fizičkim objektima, hardverskim ili softverskim komponentama, posmatraju se kao entiteti koji su u nekoj vrsti relacija i koje treba modelovati tako da se na najefikasniji način opiše sistem i koriste informacije kojima raspolazemo. U ovom radu će biti prikazano kako se korišćenjem poznatih specifikacija i standarda vrši organizacija imena entiteta, odnosno prostora imena (*namespace*), koji su hijerarhijski uređeni. Naime, biće prikazano kako se vrši grupisanje istog entiteta u različitim prostorima imena, odnosno u različitim hijerarhijama. Hijerarhije ili prostore imena korisnik sam definiše prema svojim potrebama i potrebama svog sistema.

Entiteti nekog elektroenergetskog sistema mogu imati različite identifikatore u brojnim aplikacijama koje se koriste u takvim sistemima. Idealno bi bilo da sve te aplikacije upotrebljavaju isti globani identifikator, što i standardi nameću.

NAPOMENA:

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

Međutim, u realnosti se često takvi identifikatori razlikuju te je potrebno omogućiti međusobno mapiranje takvih identifikatora i naziva entiteta, tj. teži se uvođenju zajedničkog modela za razmenu podataka. Bez zajedničkog modela za razmenu podataka, integrisanje različitih aplikacija iziskivalo bi da aplikacije međusobno vode računa o razmeni podataka i mapiranju identifikatora i naziva. Zajednički model podrazumeva stvaranje omotača aplikacija koji mapira formate podataka različitih aplikacija na jedinstven format podataka razumljiv svim aplikacijama.

Ovaj rad daje prikaz jednog zasebnog servisa imena entiteta distributivnog elektroenergetskog sistema koji omogućava mapiranje identifikatora i imena entiteta. Servis omogućuje brzu pretragu po unapred određenoj hijerarhiji kao i njeno ažuriranje. Takođe, servis podržava više hijerarhija entiteta, koje korisnik može sam da definiše, i da ih koristi u pretragama i međusobnim mapiranjima.

2. CIM

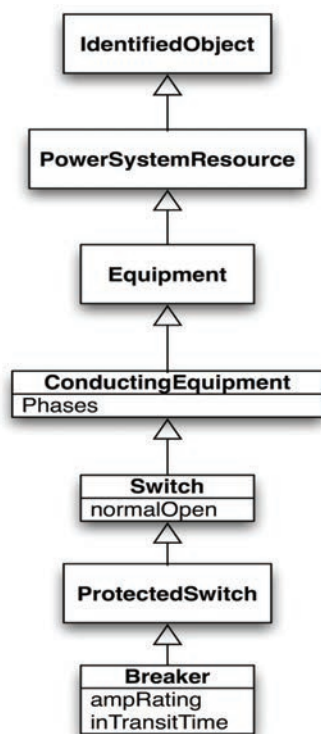
Standard IEC 61970 je semantički model koji opisuje osnovne komponente elektroenergetskog sistema i odnose između njih. IEC 61968 proširuje ovaj model i pokriva druge aspekte elektroenergetskog sistema koji se odnose na oblasti poput *asset tracking*, *work scheduling* i *customer billing* [1]. Ova dva standarda, 61970 i 61968 su zajedno poznati kao *common information model* (CIM) za elektroenergetske sisteme i trenutno imaju dva primarna zadatka:

1. da olakšaju razmenu podataka između preduzeća o elektroenergetskom sistemu,
2. da omogući jednostavniju razmenu podataka između aplikacija u okviru jednog preduzeća.

CIM je otvoreni standard za predstavljanje komponenti elektroenergetskog sistema razvijen od strane Elektroprivrednog Instituta za Istraživanje (EPRI) u Severnoj Americi. Standardizovan je od strane IEC Tehničkog komiteta 57, radne grupe 13 (IEC TC57 WG13) iz toga je proizašao IEC 61970 dokument, a dopunjen od strane IEC Tehničkog komiteta 57, radne grupe 14 (IEC TC57 WG14) iz čega je nastao IEC 61968 dokument. Standard je trebao da obezbedi zajednički model za opisivanje komponentata u aplikacijama u vlastitim sistemima kao što su EMS (*Energy Management System*), SCADA (*Supervisory Control and Data Access Systems*)[2]. Format podataka koji standardi nameću je

usvojen od strane velikih proizvođača EMS-a i omogućava razmenu podataka između njihovih aplikacija, nezavisno od njihove unutrašnje arhitekture softvera ili operativnog sistema.

Model podataka u CIM-u je objektni model gde su uključene sve bitne komponente elektroenergetskog sistema kao klase, zajedno sa brojnim parametrima bitnim za opis ponašanja tih komponenti. Za opis modela je upotrebljen UML gde su klasnim dijagramima prikazani odnosi između klasa: nasleđivanje, sadržavanje, relacije i agregacija. Objektnim pristupom u CIM standardu je postignuta hijerarhijska podela entiteta u grupe (dobijene nasleđivanjem) gde se atributi zajednički za sve izvedene klase nalaze u roditeljskim klasama. Na primeru prekidača (*Breaker*) biće ilustrovana ova hijerarhijska podela (Slika 1.). Prekidač (*Breaker*) je jedan od tipova rasklopne opreme (nasleđuje tipove *Switch* i *ProtectedSwitch*). Svaki element rasklopne opreme ima normalno uklopno stanje otvoren/zatvoren (skladišten u atributu *normalOpen*) i on je jedan od tipova opreme koji provodi struju (*Conducting Equipment*) te se vezuje za određene faze (*phases*). Takođe, sa dijagrama se vidi da je sva provodna oprema podtip opreme (*Equipment*), i to je resurs kompanije (*Power System Resource*). Na vrhu hijerarhije se nalazi *IdentifiedObject* klasa koju nasleđuju gotovo svi entiteti modela. Ta klasa sadrži identifikator i imena koja se odnose na entitet.



Slika 1. Hijerarhija klasa nasleđivanja prekidača

3. GENERIČKI PRISTUP PODACIMA

Opis generičkog pristupa podacima elektroenergetskog sistema je opisan serijom IEC 61970-4xx standarda nazvanih GID (*Generic Interface Definition*). Ove specifikacije određuju skup interfejsa koje komponente (ili aplikacije) implementiraju da bi mogle da razmenjuju informacije sa drugim komponentama i pristup javno dostupnim podacima na standardan način. Interfejs

opisuje specifične vrste događaja i sadržaj poruka koji se mogu koristiti od strane aplikacija nezavisno od upotrebljene implementacione tehnologije. GID je zajednički termin za četiri interfejsa po standardu IEC 61970:

1. *Generic Data Access* (GDA) – Generički orijentisan interfejs za čitanje/upis informacija u modelu (IEC 61970 – 403).
2. *High Speed Data Access* (HSDA) – Generički orijentisan interfejs za čitanje/upis kao i dojavu/pretplatu real-time podataka (IEC 61970 – 404).
3. *Generic Eventing and Subscription* (GES) – Generički orijentisan interfejs koristi se za dojavu/pretplatu u XML formatiranim porukama (IEC 61970 – 405).
4. *Time Series Data Access* (TSDA) – Generički orijentisan interfejs za čitanje/upis istorijskih podataka (IEC 61970 – 407).

Generički interfejsi se mogu realizovati pomoću različitih *middleware* tehnologija uključujući *CORBA*, *COM*, *Java*, *WCF* (*Windows Communication Foundation*), *.NET* itd.

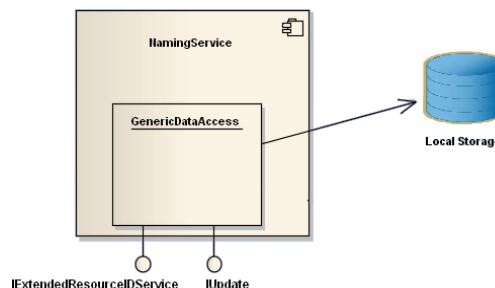
3.1. Imenski prostori

Imenski prostor obezbeđuje sporazum o tome kako treba da komuniciraju CIM bazirani informacioni sistemi, koristeći unapred zadate hijerarhije, preko generičkih interfejsa u cilju razmene korisnih informacija među aplikacijama. Postoje tri prostora imena (hijerarhijski organizovanih) definisanih standardom IEC 61970:

- TC57PhysicalModel,
- TC57ClassModel i
- TC57ISModel.

4. PREDLOG REŠENJA

Predloženo je rešenje zasebnog servisa imena entiteta (*Naming Service*), koji obezbeđuje korisniku da dobije podatke o odnosu entiteta u samom prostoru imena, tj. njegovu poziciju u hijerarhiji. Servis definiše dva interfejsa. Prvi je proširenje DAF (*Data Access Facility*) interfejsa definisan u GDA (*Generic Data Access*) standardu *Extended ResourceIDService*, a drugi je interni interfejs *IUpdate* (Slika 2.).



Slika 2. Model sistema

Sastavni deo DAF specifikacije je opis servisa (*ResourceIDService*) koji vrši preslikavanje DAF identifikatora u ljudima čitljiva imena resursa uzimajući u obzir sistem za koji se vrši preslikavanje imena. Proširenje ovog servisa se nalazi u GDA standardu u okviru *IExtendedResourceIDService*, gde osim metoda iz

DAF specifikacije, *get_resource_ids* i *get_uris*, postoje još dve metode *set_uris* i *create_resource_ids* [3].

Pored osnovne namene – mapiranja na čitljiva imena, predloženo rešenje vodi računa o promeni podataka u sistemu. Stoga je *Naming Service* komponenti dodat interfejs *IUpdate* za unos promena podataka koje mogu uticati na njegov rad. Po promeni podataka vrše se promene u lokalnoj bazi podataka da bi se održala konzistentnost podataka.

Tipovi resursa koji se mapiraju razlikuju se u zavisnosti od vrste nadzorno-upravljačkog sistema i organizovani su u hijerarhije koje su specifične takvim sistemima, a u odeljku 2 je prikazan primer prekidača iz elektroenergetskog sistema. U ovom radu biće razmatrana standardna hijerarhija CIM standarda - TC57PhysicalModel, kao i druge vrste hijerarhija koje korisnik zahteva za svoje potrebe. Podaci su skladišteni unutar relacione baze podataka.

Pošto hijerarhija resursa skladištena u relacionoj bazi mora imati roditelj-dete vezu (u smislu pripadanja resursa iz fizičke perspektive), gde svaki roditelj ima jedno ili više dece, a svako dete ima jednog roditelja (izuzetak je vrh tabele koji nema svog roditelja - *root* hijerarhije), potrebno je izabrati pogodnu šemu baze podataka za opis pomenutih relacija. Postoje više vrsta šema za opis hijerarhija unutar relacione baze, kao što su *adjacency list*, *path enumeration*, *nested set*, *binary tree* i druge.[4] Predložena je upotreba *path enumeration* modela, jer daje dobre performanse u radu sa velikom količinom podataka, odlikuje se lakom i brzom implementacijom, kao i jednostavnim mogućnostima vršenja promena u datoj relacionoj bazi podataka.

5. PROGRAMSKA REALIZACIJA

Servis za mapiranje *NamingService* je realizovan upotrebom C# programskog jezika u okviru *Visual Studio 2010* razvojnog okruženja. Napisana je aplikacija koja dobija podatke od ostalih komponenti sistema i iz koje se mogu izvlačiti podaci potrebni za ostatak sistema. Podržani su ranije opisani interfejsi *NamingService*-a. Hijerarhijska organizacija resursa realizovana je kao *Path Enumeration* model koji je smešten u *SQLite* bazu podataka. Pristup bazi iz aplikacije realizovan je upotrebom ADO.NET-a 3.5. Implementiran interfejs *IUpdate* omogućava ažuriranje podataka u bazi kako bi promene u sistemu bile konzistentne sa promenama u *Naming Service*.

5.1. Resource ID Service.

Kao što je već pomenuto cilj ovog rada jeste realizacija jednog od interfejsa *GDA* standarda koja predstavlja proširenje *DAF* interfejsa *ResourceIDService*. Stoga su izvršene neke promene u postojećim metodama, dodate nove metode na *DAF* interfejs i ubačen je *path_name* parametar koji ukazuje na sistem iz kog dolazi čitljivo ime resursa, odnosno hijerarhiju.

U osnovi servis za mapiranje vrši preslikvanje tekstualnog imena *URI* na brojni identifikator *ResourceID*, i obratno. Pošto u postojećem sistemu već postoji tabela koja mapira *ResourceID* na čitljiva imena, rešenje vodi računa više o samoj hijerarhijskoj organizaciji, kao i poziciji entiteta u hijerarhiji.

Tabela 1. Metode *IExtendedResourceIDService*

URI <i>get_uri</i> (string path_name, ResourceID id)
void <i>set_uri</i> (string path_name, ResourceID id,URI uri)
ResourceID <i>get_parent_nod</i> (string path_name, ResourceID id)
ResourceIDSequence <i>get_children_nods</i> (string path_name, ResourceID id)

Prva metoda ovog interfejsa *get_uri* prihvata identifikator resursa *ResourceID* u zadatoj hijerarhiji (*path_name*) i vraća odgovarajući URI tog resursa. Rezultat sadrži imena zadatog resursa i svih njemu nadređenih resursa hijerarhijski viših nivoa u odnosu na traženi resurs, tj. dobija se jedinstvena putanja od vrha hijerarhije do samog entiteta.

Druga metoda *set_uri* prihvata *ResourceID* i *URI* kao i odgovarajući *path_name* za koji je potrebno postaviti *URI* za dati *ResourceID*. Sama metoda je dodatno pojednostavljena time da se umesto samog *URI*-a, u metodi može proslediti *ResourceID* roditeljskog entiteta u koji se uvrštava novi entitet. Ova metoda vrši upis novog entiteta u tabelu u tačno određenu hijerarhiju specificiranu promenljivom *path_name*.

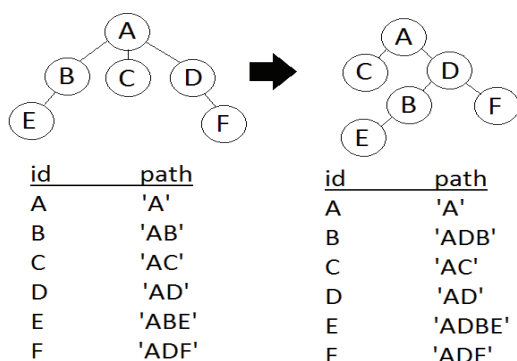
Treća metoda *get_parent_nod* prihvata *ResourceID* entiteta za koji želimo da saznamo kojoj nad grupi pripada i *path_name* koji definiše željenu hijerarhiju. Kao izlaz ova metoda daje *ResourceID* koji predstavlja roditeljski entitet ili nadgrupu kojoj pripada uneti entitet.

Četvrta metoda *get_children_nods* prihvata *ResourceID* entiteta za koji želimo da saznamo njegove potomke, odnosno sve podentitete koji pripadaju unetom entitetu, a *path_name* definiše željenu hijerarhiju. Kao rezultat metode dobijamo sekvencu *ResourceID*-jeva koje predstavljaju identifikatore potomaka unetog entiteta.

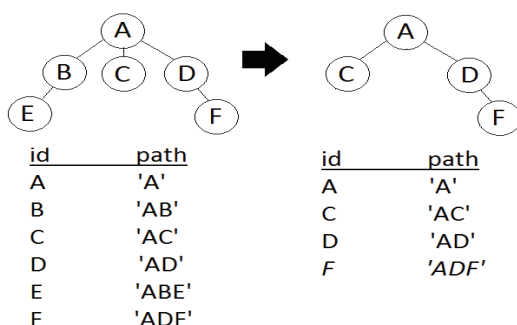
5.1. IUpdate

Promene u bazi podataka dešavaju se na osnovu promena u glavnom modelu podataka sistema kome je *Naming Service* podređena aplikacija. Dojave o promenama dobijaju se kroz *IUpdate* interfejs. Na osnovu dojava *Naming Service* aplikacija vrši izmene u tabeli, pokrećući neki od tri metode. Koja će metoda biti pokrenuta zavisi od toga koja od tri operacija je izvršena nad glavnim modelom: izmena postojećih podataka *Update*, dodavanje novog resursa *Insert* ili brisanje postojećeg resursa *Delete*. *Update* se poziva kada unutar modela dolazi do promena roditelja nekog od resursa. Na slici 3. ilustrovana je promena roditelja članu B i kako to utiče na promenu u hijerarhijskoj putanji, člana B i njegovog potomka E. *Delete* se poziva kod brisanja nekog od resursa u modelu. Ako član nije list tj. ako član nema svoju decu briše se samo on. Međutim, ako dati član ima svoje potomke, kao što je slučaj sa članom B sa slike 4. briše se celo podstablo, tj i član E.

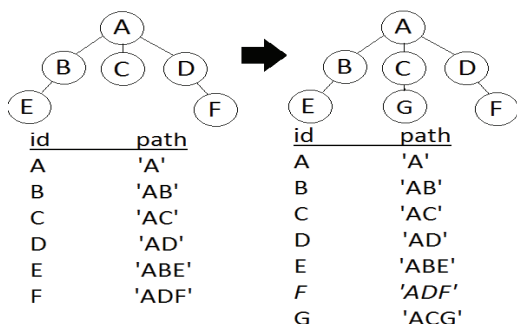
Insert operacija dodaje novi resurs na tačno određeno mesto u hijerarhiji. Na slici 5. prikazano je dodavanje člana G i izgled njegove putanje.



Slika 3. Update operacije i promene u path modelu



Slika 4. Delete operacije i promene u path modelu



Slika 5. Insert operacija i promene u path modelu

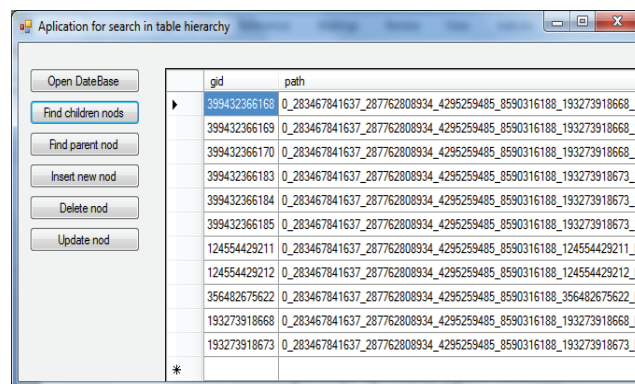
5.3 Model podataka

U osnovi, rešenje se oslanja na jednu tabelu u bazi podataka, u kojoj su smešteni identifikatori svih entiteta jednog sistema, kao i putanje od korenskog entiteta, pa sve do samog entiteta. Prva kolona u tabeli je predviđena za smeštanje identifikatora entiteta, dok ostale kolone nose nazive hijerarhija koje sistem poseduje i u njima je sadržana putanja do entiteta po navedenoj hijerarhiji. Za potrebe navedenog sistema dovoljno je pribavljanje identifikatora i vođenje brige o njihovim pozicijama u hijerarhijama.

6. TESTIRANJE

Za potrebe testiranja predloženog modela napravljena je aplikacija koja podržava sve mogućnosti gore navedenog servisa. Testiranje je vršeno nad bazom podataka koja sadrži podatke o 780000 entiteta jednog elektroenergetskog sistema. Na slici 6. može se videti samo izgled korisničkog interfejsa.

Testiranje je podrazumevalo merenje vremena određenih operacija, pa je tako izmereno trajanje promene roditelja entita u test bazi (operacija update) i iznosilo je 27ms, a vreme pretrage za svim entitetima koji pripadaju zadatom nad-entitetu iznosi 45ms i pri tome je pronađeno 130.000 entiteta.



Slika 6 Izgled korisničkog interfejsa

7. ZAKLJUČAK

Rad opisuje jednu implementaciju servisa za mapiranje identifikatora resursa u hijerarhije i brzo pretraživanje unutar njih. Rešenje se odlikuje brzom i pouzdanom pretragom, kao i brzi o očuvanje konzistentnosti hijerarhija i načinu vršenja promena unutar hijerarhije. Predloženo je rešenje prema uzoru na IEC specifikaciju, koje vrši mapiranje resursa organizovanih u više hijerarhija generički opisanih i smeštenih u relacionu bazu podataka nad kojom je primenjen pogodan model za organizovanje relacione baze u hijerarhiju. Realizovano rešenje je testirano i u potpunosti zadovoljava potrebe postojećeg sistema na koji se ovaj servis nadovezuje.

8. LITERATURA

- [1] The Common Information Model, Institute for Energy and Environment, University of Strathclyde, Glasgow, UK, January 2007.
- [2] Standards For Transmission and Distribution System Integration: Towards "plug and play" of Utility Applications, SISK0, 2003.
- [3] Draft IEC 61970-402 Ed. 1.0 Energy management system application program interface (EMS-API) Common Services, International Electrotechnical Commission, 2006.
- [4] Joe Celko's, Trees and Hierarchies in SQL for Smarties, Morgan Kaufmann, 2004.

Kratka biografija:



Veljko Golović rođen je u Vrbasu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2012.god.

MIKROPROCESORSKI SISTEM SA ANDROID APLIKACIJOM ZA BEŽIČNU RAZMENU PODATAKA

MICROPROCESSOR BASED SYSTEM WITH ANDROID APPLICATION FOR WIRELESS DATA EXCHANGE

Ratko Raicki, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljeno jedno rešenje za bežičnu razmenu podataka. Razvijen mikropocesorski sistem je baziran na ANT tehnologiji i ARM mikrokontroleru sa jedne, i Android uređaju sa druge strane.

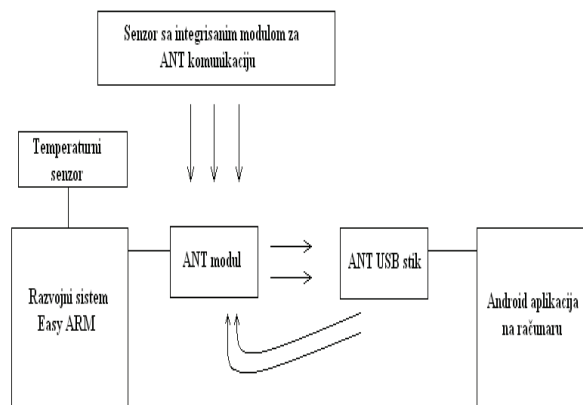
Abstract – This work represents a wireless exchange data system, using ANT technology, between microprocessor based system, with ARM microcontroller, on one side and Android device on the other side.

Ključne reči – ARM mikrokontroler, ANT tehnologija, ANT modul, Android.

1. UVOD

U radu je opisan mikropocesorski sistem koji u sebi ima instaliran ANT modul, koji treba da prima podatke (preko jednog kanala) od senzora sa integrisanim ANT modulom. Pored ANT modula, ovaj mikropocesorski sistem treba da sadrži instaliran i temperaturni senzor (eng. 1-Wire digital thermometer). Podatke koje primi pomenuti ANT modul na mikropocesorskom sistemu (podatke sa senzora sa integrisanim ANT modulom i temperaturu) trebalo bi da šalje simulatoru telefona (na računaru), koji sadrži Android aplikaciju. Te podatke ANT modul bi trebalo da šalje preko svog drugog kanala. U okviru Android aplikacije je potrebno realizovati očitavanje podataka sa senzora sa integrisanim ANT modulom i temperature, koje primi od mikropocesorskog sistema. Komunikacija između ANT modula na mikropocesorskom sistemu i Android aplikacije na računaru bi trebalo da se ostvari preko ANT USB stika, koji se priključuje na USB port računara. Kao opcija, u okviru Android aplikacije, potrebno je da postoje dugmad, koja služe za slanje podataka ANT modulu na mikropocesorskom sistemu, putem istog kanala, preko kojeg je primio prvobitne podatke. Indikacija da je podatak uspešno poslat ANT modulu, na mikropocesorskom sistemu, bi trebala da bude uključena određena grupa LED dioda na mikropocesorskom sistemu. Potrebno je realizovati i dugmad, koja služe da isključe pomenutu grupu LED dioda.

Blok šema celokupnog pomenutog sistema je prikazana na slici 1.1



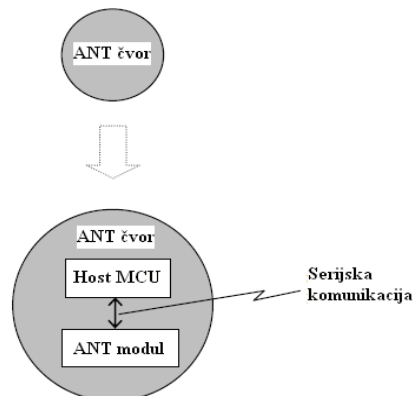
Slika 1.1. – Sistem za bežičnu razmenu podataka

2. ANT TEHNOLOGIJA [1], [6]

ANT je protokol koji omogućava realizaciju praktične senzorske mreže, koji radi na frekventnom ISM opsegu, vrednosti 2.4GHz. Dizajniran je tako da ima nisku potrošnju električne energije i lak je za korišćenje.

2.1. ANT čvorovi

Svaki čvor u ANT mreži se sastoji od ANT modula i mikrokontrolera. ANT protokol enkapsulira kompleksnost uspostavljanja i održavanja ANT konekcije i operacija koje vrše kanali. Zahvaljujući tome, pomenuti mikrokontroler „ima više prostora da rukuje“ sa pojedinim delovima aplikacije. Obavezna stvar koju ovaj mikrokontroler mora da uradi je inicijalizacija ANT komunikacije prema ostalim čvorovima, a to realizuje pomoću serijske komunikacije između njega i ANT modula, kao što je prikazano na slici 2.2.



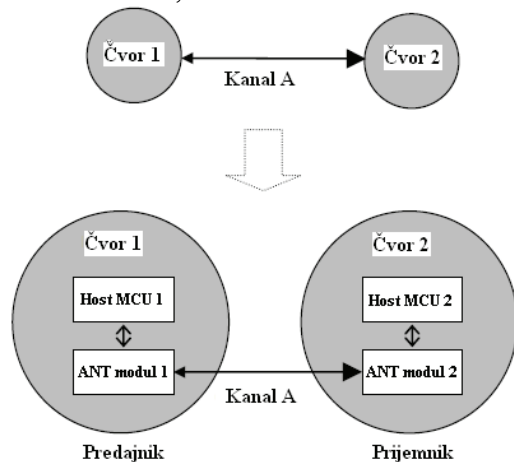
Slika 2.2. – Sadržaj ANT čvora

NAPOMENA:

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

2.2. ANT kanali

U ovom odeljku su prikazani još neki detalji u vezi osnovnog gradivnog bloka ANT protokola: kanali. Kao što je ranije spomenuto, kanal uspostavlja vezu između dva ANT čvora, **slika 2.3.**



Slika 2.3. – ANT kanal

3. ARHITEKTURA ARM MIKROKONTROLERA

ARM mikrokontroleri poseduju 32-bitnu RISC arhitekturu. Prilikom realizacije ovog sistema korišćen je mikrokontroler LPC2148, kompanije NXP. Konkretno ovaj mikrokontroler baziran je na ARM7 procesoru. Podržava UART, SPI, SSP, I2C i Full Speed USB2 komunikaciju. Na kontroleru imamo 45 GPIO pina, tolerantna na 5V.

Od njih se čak 21 pin može koristiti za spoljni prekid (*eng.* interrupt). Izlaz mikrokontrolera izveden je sa *push-pull* kolom, što omogućava rad i u negativnoj, kao i u pozitivnoj logici za razliku od mikrokontrolera sa 8051 arhitekturom, gde su izlazi izvedeni preko *open-drain* kola, što omogućava rad samo u negativnoj logici [2], [6]. Na **slici 3.1.** prikazan je mikrokontroler, sa izvedenim pinovima i oscilatorom, spreman za dalju integraciju u razvojno okruženje Easy ARM.



Slika 3.1. – Mikrokontroler ARM LPC2148 sa oscilatornom kolom

LPC 2148 poseduje dva porta (port0 i port1). Port0 je 32-bitni i to redom od P0.0 do P0.31. Port1 je 16-bitni, a pošto je svaki registar mikrokontrolera 32-bitni, za mapiranje porta1 se koristi gornjih 16 bita i to redom od P1.16 do P1.31 [2], [4], [6].

Za početak rada sa ovim mikrokontrolerom bilo je neophodno upoznati se sa nekim njegovim registrima. Izdvojeno je 5 registara koji služe za manipulisanje sa pinovima. To su PINSEL, IODIR, IOCLR, IOSET i IOPIN [4], [6].

PINSEL - svaki pin ovog mikrokontrolera može da ima više uloga, a najviše 4. To znači da se može mapirati sa 2 bita. Registar PINSEL0 služi za mapiranje nižih 16 bita Port0, PINSEL1 za viših 16 bita Port0. PINSEL2 služi za mapiranje Port1. Podrazumevano su registri PINSEL resetovani, a to znači da su svi pinovi GPIO.

IODIR - ako su pinovi podešeni da budu GPIO, onda sa registrom IODIR određujemo njihov smer tj. da li su ulazni ili izlazni pinovi. IO0DIR pokriva port0, a IO1DIR pokriva port1. Podrazumevano su registri resetovani i ponašaju se kao ulazni portovi. Ovde se mora paziti da pri upisu u ovaj registar bude promenjeno stanje samo onih pinova koje želimo da promenimo. U tom slučaju se koristi operacija |=.

IOCLR - ako su pinovi definisani kao GPIO izlazni pinovi, postavljanjem vrednosti logičke vrednosti „1“ na odgovarajuće mesto u registru IOCLR, spuštamo odgovarajući izlaz na vrednost logičke „0“. Ovaj registar reaguje samo na vrednosti logičke „1“ što znači da pri upisu logičke „0“, na mesto gde ne želimo da menjamo stanje pinova, ne unosi nikakve promene.

IOSET - ovaj registar ima istu funkciju kao prethodni sa razlikom da izlaz podiže na logičku „1“. Važno je napomenuti da je kod ovog mikrokontrolera napajanje na vrednosti 3.3V, kao i da je logička jedinica isto na 3.3V, a ne na 5V, mada je tolerantna do najviše 5V.

IOPIN – ovaj registar služi za proveru stanja izlaznih pinova. **IOPIN** očitava vrednosti izlaznih pinova, nezavisno od njihove definicije, ako su definisani kao digitalne vrednosti. Ako je pak, pin konfigurisan kao ulaz A/D konvertora, onda očitana vrednost sa tog pina nije validna. Pisanjem u **IOPIN** možemo preskočiti korišćenje **IOSET** i **IOCLR** naredbe, odnosno registre, samo treba paziti na to da **IOPIN** ima uticaj na ceo port tj. utiču i logičke 0.

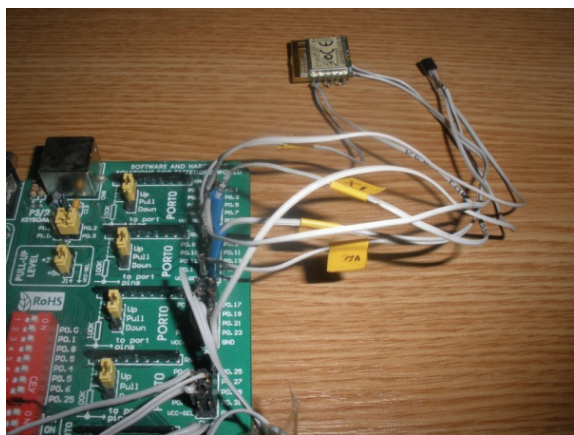
4. REALIZACIJA SISTEMA

Ovaj sistem je realizovan iz 3 funkcionalna pod-sistema.

4.1. Prvi deo sistema

Ovaj deo sistema obuhvata implementaciju dela razvijenog mikroprocesorskog sistema koji je baziran na ANT tehnologiji [3]. ANT modul koji je korišćen ima oznaku *nRF24AP2*. Ovaj ANT modul komunicira sa mikrokontrolerom, na razvojnom sistemu, preko UART1 porta. ANT modul ima četiri konektora: Rx, Tx, Vcc i GND. Ovi konektori se spajaju na odgovarajuće pinove

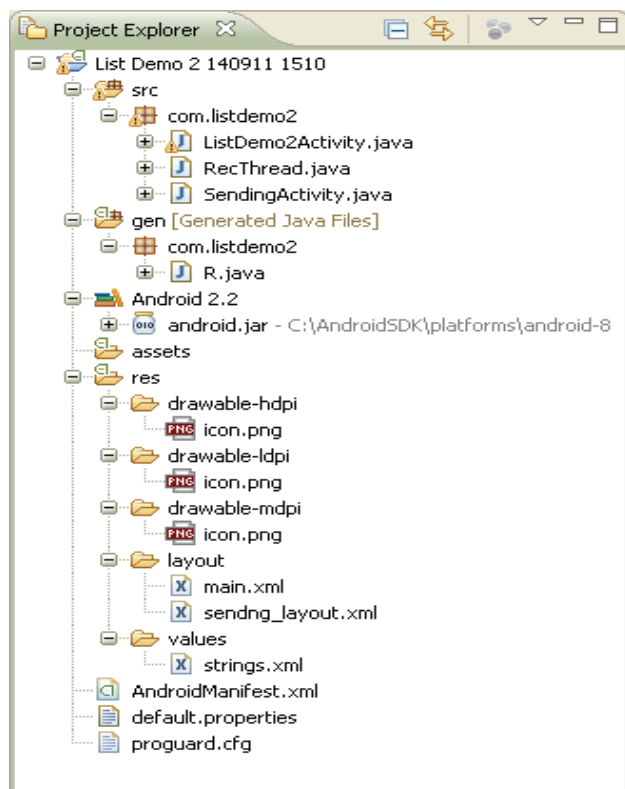
mikrokontrolera, u okviru razvojnog sistema, **slika 4.1.** Pored ovog ANT modula, korišćen je i temperaturni senzor *1-Wire*. Ova senzor ima 3 konektora: DATA, Vcc i GND. Ovaj konektor se spaja sa odgovarajućim pinovima mikrokontrolera, u okviru razvojnog sistema, **slika 4.1.** Podaci o temperaturi se šalju preko ANT modula.



Slika 4.1. – ANT modul i temperaturni senzor na Easy ARM razvojnom sistemu

4.2. Drugi deo sistema

U okviru ovog dela sistema je razvijena Android aplikacija, koristeći programske jezike Java i XML, kao i razvojno okruženje Eclipse sa instaliranim Android SDK paketom [5], [6]. Izgled Eclipse razvojnog okruženja je prikazan na **slici 4.2.**



Slika 4.2. – Izgled razvojnog okruženja Eclipse

4.3. Treći deo sistema

U ovom delu sistema se izvršava uspostavljanje komunikacije između razvojnog okruženja sa ANT modulom i temperaturnim senzorom i Android aplikacije na računaru.

U ovom slučaju je ANT modul predajnik, ANT USB stik na računaru prijemnik. ANT modul šalje ANT USB stiku podatke sa senzora sa integrisanim ANT modulom i vrednost temperature. ANT USB stik prihvata te podatke i prosleđuje ih simulatoru telefona sa Android aplikacijom. Da bi ti podaci stigli do Android aplikacije, koristi se program *ANT Android Emulator Bridge*. Ovaj program predstavlja vezu za dostavljanje podataka od ANT USB stika do Android aplikacije.

Izgled Android aplikacije je prikazan na **slici 4.3.** Broj 78 predstavlja podatak sa senzora sa integrisanim ANT modulom, a 22 °C je podatak sa temperaturnog senzora.



Slika 4.3. – Izgled Android aplikacije

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljena implementacija sistema za bežičnu komunikaciju između Android uređaja i ARM mikrokontrolera sa integrisanim ANT modulom. Pouzdanost prikazane obostrane komunikacije, ispostavilo se, zadovoljava potrebe razmene podataka u slučaju ovog sistema.

Tokom razvijanja sistema, korišćeni su UART portovi mikrokontrolera, ANT modul, temperaturni senzor, kao i ANT USB stik.

Moguća unapređenja razvijenog sistema su:

- dodavanje više ANT modula na razvojni sistem Easy ARM, u cilju prikupljanja podataka sa više predajnika, pri čemu svaki od ANT modula prima podatke posebno od određenog, njemu namenjenog predajnika;

- postojanje jednog ANT modula u okviru razvojnog sistema Easy ARM, ali da, pri tome, postoji više predajnika; u tom slučaju ANT modul prikuplja podatke od svih predajnika i vrši zadatu obradu (npr. računanje srednje vrednosti podataka sa senzora sa integrisanim modulom i/ili temperature);
- realizacija crtanja dijagrama, u okviru Android aplikacije, na kojem je prikazano menjanje podataka sa senzora sa integrisanim modulom i/ili temperature u nekom vremenskom periodu.

6. LITERATURA

[1] <http://www.thisisant.com>

[2] http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM_LPC2106_2105_2104.pdf User Manual za mikrokontroler LPC2148

[3] http://www.mikroe.com/eng/downloads/get/138/easy_arm_specification.pdf - Dokumentacija razvojnog sistema Easy ARM kompanije Mikroelektronika

[4] http://www.nxp.com/documents/data_sheet/LPC2141_42_44_46_48.pdf Data sheet mikrokontrolera LPC2148

[5] Bruce Eckel: Thinking in Java, New York : Pearson 2006.

[6] www.wikipedia.org

Kratka biografija:



Ratko Raicki je rođen u Zrenjaninu 1985 godine. Srednju elektrotehničku školu je završio u Zrenjaninu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, iz oblasti Elektrotehnike i računarstva, odbranio je 2012. godine

Jedno rešenje aplikacije za prikazivanje multimedijalnih reklama u okviru sistema za uslovni prikaz televizijskih kanala

Ilija Lučić, Đorđe Simić, Tatjana Samardžić, Mile Davidović, Mihajlo Katona

Sadržaj — Rad opisuje aplikaciju za prikazivanje reklama prilikom prebacivanja televizijskog kanala. Uređaj za prijem i reprodukciju digitalnog televizijskog signala prima signal i dalje ga obrađuje. Na pojedinim kanalima unutar primljenog signala nalaze se multimedijalni reklamni sadržaji (npr. slike ili kratke video poruke) koji treba da se prikažu. Reklame se uslovno prikazuju na ekranu korisničkog televizora u zavisnosti od toga na koji se kanal prebacuje.

Ključne reči — televizijski signal, uslovni sistem, reklame

I. UVOD

TOKOM poslednje decenije došlo je do velikog napretka u oblasti digitalne televizije [1]. Pojavom standarda za digitalnu televiziju i protokola za prenos signala, omogućeno je uvođenje digitalne televizije. Digitalni televizijski signal može da se emituje na tri načina: satelitski, zemaljski i kablovski (Slika 1.). Prelaz sa analognog na digitalni televizijski signal donosi niz prednosti krajnjim korisnicima: povećanje rezolucije slike, uvođenje prevoda, sinhronizacija zvuka na više jezika, i još mnoge druge mogućnosti. Većina televizora koji su danas u upotrebi ne podržava prijem digitalnog televizijskog signala. Uređaji za prijem i reprodukciju digitalnog televizijskog signala, zvani „Set top box“ - STB, su potrebni kako bi se na starim analognim televizorima prikazao sadržaj digitalnog televizijskog signala. STB se sastoji od sledećih ključnih delova: tjunera, demodulatora, demultipleksa, operativne memorije, video i audio dekodera, centralnog procesora, sistema za uslovni prikaz televizijskog sadržaja „Conditional access system“ - CAS i ulazno izlaznih spreznih sistema. CAS je sistem koji omogućuje uslovan pristup programima koji su kodovani (skremblovani) po određenom standardu.



Slika 1. Načini emitovanja signala

STB pomoću tjunera pronalazi kanal na određenoj frekvenciji i demoduliše signal u demodulatoru nakon čega demultiplekser izvlači podatke iz signala. Pomoću sistema za uslovni pristup dobijaju se ključevi za deskremblovanje skremblovanih kanala. Dalje se audio i video podaci dekoduju i prosleđuju izlaznom uređaju: zvučnicima i ekranu TV prijemnika. Prednost digitalnog signala je što se podaci mogu kompresovati i samim tim može se preneti veća količina podataka kroz isti frekventni opseg. Podaci mogu da budu video, audio, prevodi, teletext, i razni drugi. Aplikacija, koja je predmet ovog rada, je aplikacija za prikaz multimedijalnih reklamnih sadržaja. Reklame koje treba prikazati preuzimaju se iz digitalnog televizijskog signala, a CAS određuje koje će se reklame i kada prikazati. U zavisnosti od prioriteta neke reklame će se češće prikazivati.

II. OPIS APLIKACIJE

Glavni cilj aplikacije je da preuzme reklame iz ulaznog signala, i da ih u skladu sa definisanim uslovima prikaže. Reklame se prikazuju prilikom prebacivanja kanala, gašenja STB-a i odlaska u stanje pripravnosti. Reklame su multimedijalnog sadržaja. Mogu da budu obična slika, niz slika ili kratak video i audio sadržaj. Pomoću sistema za uslovni prikaz (CAS) podaci o reklamama se izdvajaju iz toka podataka. Svaka reklama sadrži i dodatne podatke koji nose informaciju o tome na kojem broju kanala se prikazuje koja grupa reklama, sa kojim prioritetom i za koje distributere kanala. Prilikom prebacivanja kanala, reklame se prikazuju na onom kanalu na kojem je očekivana najveća ciljna grupa gledalaca. Prioritet reklame određuje koliko će često reklama da se prikazuje.

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

Ilija Lučić, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (381-64-4058029, email: lucicilija@yahoo.com)

Đorđe Simić, RT-RK d.o.o., Fruškogorska 11, 21000 Novi Sad, Srbija (381 21 4801 126, e-mail: djordje.simic@rt-rk.com)

Tatjana Samardžić, RT-RK d.o.o., Fruškogorska 11, 21000 Novi Sad, Srbija (381 21 4801 126, e-mail: tatjana.samardzic@rt-rk.com)

Mile Davidović, RT-RK d.o.o., Fruškogorska 11, 21000 Novi Sad, Srbija (381 21 4801 166, e-mail: mile.davidovic@rt-rk.com)

Mihajlo Katona, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (381 21 4801 178, e-mail: mihajlo.katona@rt-rk.uns.ac.rs)

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Ilije Lučića. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2011.



Slika 2. Primer prikaza reklame

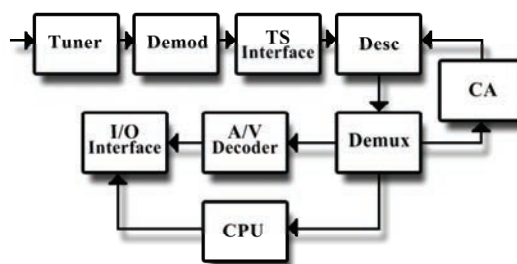
Ako je reklama sa većim prioritetom, češće će biti izabrana iz grupe reklama od kojih se bira ona koja će da bude prikazana. Reklama se prikazuje na unapred definisanim pozicijama na ekranu i u fiksnim dimenzijama. Podaci o reklamama se čuvaju u memoriji STB uređaja. Reklame se mogu primiti samo ako je u sistem za uslovni pristup ubačena smart kartica. Kada se odlazi u stanje pripravnosti STB-a reklame moraju ostati sačuvane u memoriji. Prilikom odlaska i izlaska iz stanja pripravnosti neka od reklama se prikazuje. Kada se uređaj isključi, podaci o reklamama se gube, ali prilikom ponovnog uključivanja reklame se iznova preuzimaju iz toka podataka. Delovi ekrana na kojima se nalaze druge slike, koje nose neke druge informacije ka korisniku (npr. da li je kanal skremblovan, jačina prilikom pojačavanja i smanjivanja zvuka itd.) ne smeju da budu prekrivene reklamom. Veličina reklame ne sme da bude veća od veličine prostora za prikaz reklame, ukoliko je veća, ona se smanjuje.

III. PLATFORMA I GLAVNA APLIKACIJA

Glavna aplikacija se nalazi u memoriji STB uređaja. STB je uređaj koji spaja televizor i eksterni izvor digitalnog televizijskog signala, pretvarajući signal u sadržaj koji se potom prikazuje na televizijskom ekranu ili nekom drugom uređaju za prikaz (Slika 3.). Rad svih komponenti prijemnika kontroliše i koordiniše CPU. Modulirani DTV signal pristiže u prijemnik kroz birač kanala – *Tjuner*. Njegova uloga je da izdvoji i primi modulirani DTV signal koji se emituje na frekvenciji zadatoj od strane centralnog procesora. Izdvojeni signal sadrži modulirani transport stream (TS) koji se prosleđuje odgovarajućem DTV demodulatoru (satelitskom, kablovskom ili zemaljskom). Izlaz iz demodulatora je digitalni (DVB) TS.

TS Interface vrši sinhronizaciju demultipleksera na TS i filtriranje paketa. Propuštaju se samo oni TS paketi koji imaju PID vrednosti izabrane od strane centralnog procesora. **TS Demultiplexer** obavlja demultipleksiranje TS i asembliranje njihovog sadržaja (PES paketa, PSI/SI i privatnih sekcija). Demultiplesirani podaci se smeštaju u operativnu memoriju, a podaci koji služe za uslovni

pristup se prosleđuju CA-u (Conditional access). CA dalje omogućuje dekrptovanje kontrolnih reči potrebnih za deskremblovanje video i audio podataka. Pomoću smart kartice određuju se ključevi za dekrptovanje. Podatke iz demultipleksera dalje preuzima centralni procesor, video i audio dekodek. **Video Decoder** obavlja dekodovanje MPEG-2 video toka, dok **Audio Decoder** obavlja dekodovanje MPEG-2 audio ES. Centralni procesor obrađuje PSI/SI tabele, ali ujedno i kontroliše dekodovanje video i audio ES, dekodovanje i ispis prevoda i teleteksta, iscrtaavanje OSD menija. Dekodovani zvuk i slika se mogu proslediti spoljnim uređajima u digitalnom formatu ili se mogu dodatno obraditi i proslediti kao analogni signali.



Slika 3. Prikaz blokova fizičke arhitekture STB-a

IV. SISTEM USLOVNOG PRISTUPA

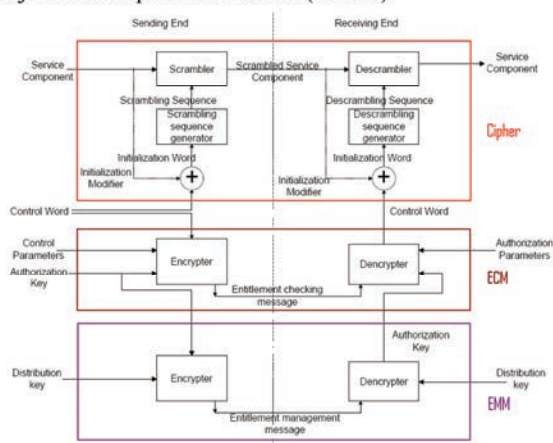
Conditional access system (CAS) – sistem uslovnog pristupa [2] je sistem kombinovanih tehnika skremblovanja i enkripcije radi sprečavanja neautorizovanog pristupa televizijskom programu (Slika 4). Skremblovanje je proces kojim se audio i video podaci čine nerazumljivim za audio i video dekodere. Procesom enkripcije štite se ključevi koji moraju biti preneti sa skremblovanim signalom da bi deskrembler mogao da deskrembluje podatke na prijemnoj strani.



Slika 4. Put prenosa skremblovanog signala

Primarna namena sistema za uslovni pristup za difuzno emitovanje je da odredi kojim individualnim prijemnicima treba dostaviti određene servise ili programe. Razlozi za korišćenje uslovnog pristupa su: da obezbedi mehanizme da korisnik može da gleda one TV programe za koje je zainteresovan, da zabrani prikazivanje nekog tv programa

unutar određene geografske oblasti, roditeljska kontrola pristupa. [3] Algoritam za skremblovanje specificiran za DVR napravljen je da minimalizuje piratske napade. Skrembluju se samo podaci iz PES paketa, ne i zaglavlje. Sadržaj PES paketa dalje se pakuje u TS pakete. Ključ za skremblovanje, kontrolna reč, šalje se prijemniku u enkriptovanom obliku kao Entitlement Control Message (ECM). Poruka koja autorizuje korisnika da deskrembljuje servis zove se Entitlement Management Message (EMM). Podsistem u STB prijemniku će dekriptovati kontrolnu reč samo kada je autorizovan da to uradi. EMM se koristi za uključivanje ili isključivanje dekodera, ili grupe dekodera i šalje se u enkriptovanom obliku (Slika 5).



Slika 5. Slanje i korišćenje ECM i EMM

Security module (CAM) je deo dekodera zadužen za dekodovanje elektronskih ključeva, i primanje informacija potrebnih za kontrolu sekvence deskremblovanja. Bezbednosni modul može biti integrisan u STB ili može biti poseban modul.

V. REALIZACIJA FUNKCIJA

Biblioteka za uslovni pristup dobavlja podatke iz toka podataka. Pozivom funkcije `STB_PrimeReklame(-)`, glavna aplikacija prima informacije o reklamama. Struktura `OpisReklame` sadrži članove:

- **prioritet:** predstavlja prioritet prikazivanja reklame. Može imati vrednost 1, 2, 3. Veći prioritet je 3. Reklame sa većim prioritetom se češće prikazuju
- **vreme prikaza:** zahtevano vreme za prikaz reklame
- **tip podataka:** tip podataka koji se prikazuje, može biti slika ili kratak video sa zvukom
- **veličina podataka:** veličina podataka u bajtima
- **podaci:** interpretira se u zavisnosti od tipa podataka

Struktura `OpisPodataka` sadrži članove:

- **veličina videa:** veličina u bajtima video podataka za prikazivanje

- **odstojanje videa:** odstojanje videa u odnosu na polje podaci
- **veličina zvuka:** veličina zvuka (u bajtima) koji se nalazi u polju podaci
- **odstojanje zvuka:** odstojanje zvuka u polju podaci
- **podaci:** nosi podatke (o videu i zvuku) o reklami

Reklame se prenose u glavnu aplikaciju specijalnim kontejnerima. Svaki kontejner nosi informaciju o jednoj ili više reklama, sadrži jedinstveni identifikator i listu programa u kojima se može nalaziti reklama.

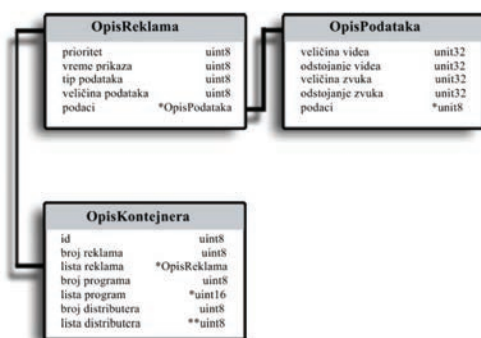
Struktura `OpisKontejnera` sadrži članove:

- **ID grupe:** jedinstveni identifikator kontejnera
- **broj programa:** broj programa koje sadrži kontejner
- **programi:** lista programa u kojima se mogu pojaviti reklame koje se nalaze u kontejneru
- **broj reklama:** broj reklama koji se nalazi u kontejneru
- **reklame:** lista struktura `OpisReklame` koje opisuju reklamu
- **broj distributera:** broj distributera kanala kod kojih se može pojaviti reklama na određenom programu iz liste
- **lista distributera:** distributeri kanala kod kojih se može pojaviti reklama na određenom programu iz liste

Prilikom paljenja STB-a ne postoje informacije o reklamama dok se one ne prikupe iz digitalnog televizijskog toka podataka. Glavna aplikacija STB-a pozivom funkcije `STB_PrimeReklame(-)`, dobavlja podatke o reklamama od biblioteke za uslovni pristup. Biblioteka za uslovni pristup dobavlja podatke o reklamama iz toka podataka. Smart kartica, koja je ubačena u STB uređaj, određuje koje reklame mogu da se proslede glavnoj aplikaciji. Potrebno je određeno vreme da se prikupe informacije o reklamama iz toka podataka. Glavna aplikacija dobavljene informacije o reklamama čuva u operativnoj memoriji u listi struktura `OpisKontejnera`. Prilikom prebacivanja kanala, potrebno je da se **Tjuner** prebaci na drugu frekvenciju i da se signal obradi, za šta je potrebno određeno vreme. Informacije o reklamama se nalaze u operativnoj memoriji, obrađene i spremne za prikaz, i potrebno je vrlo kratko vreme da se one prikažu. Obzirom da su reklame spremne za prikaz one će i biti prikazane u vremenskom intervalu koji je svakako potreban da se STB uređaj prebaci na ciljnu frekvenciju i da se iz ulaznog toka izdvoje audio i video ciljnih TV kanala.

Struktura `OpisKontejnera` koja se nalazi u memoriji sadrži listu struktura `OpisReklame` koja nosi informacije o reklamama. Struktura `OpisReklame` sadrži polje `OpisPodataka` koje nosi informacije o sadržaju koji treba da se prikaže. Ukoliko su reklamni

podaci multimedijalnog karaktera potrebno ih je proslediti audio i video dekeru kako bi se oni prikazali na ekranu. Prilikom prebacivanja kanala potrebno je zaustaviti audio i video deker i ponovo ih pokrenuti sa podacima sadržaja reklame. Nakon proteklog vremena prikaza reklame potrebno je zaustaviti audio i video deker i pokrenuti ga ponovo sa sadržajem ciljnog TV programa.



Slika 7. Struktura podataka

Odabir reklama koje se mogu prikazati se vrši na osnovu informacija o distributeru i broju programa, a iz strukture OpisKontejnera. Završna odluka koju reklamu treba prikazati vrši se na osnovu prioriteta reklame iz strukture OpisReklame. Reklame mogu da imaju prioritet 1, 2 i 3. Najviši prioritet je 3 i prvo se prikazuje ta reklama. Potom se prikazuju 2 pa 1. U sledećem krugu prikazivanja iste grupe reklama prikazuje se ponovo reklama sa prioritetom 3 pa potom 2 i na kraju samo reklama sa prioritetom 3.

VI. ZAKLJUČAK

Prikazivanje reklama može biti videstruko korisno za distributera. Prvi i najvažniji razlog je što se prikazivanje reklama naplaćuje. Drugi razlog je to što se za vreme čekanja, koliko je potrebno da se prebaci na drugi kanal, korisniku prikaže nešto drugo, zanimljivije od crnog ekrana ili poslednje slike sa prethodnog kanala. Korisnik

STB uređaja se može kod nekog distributera pretplatiti na paket usluga bez reklamnog sadržaja. Ova mogućnost se ostvaruje interakcijom sistema za uslovni prikaz TV programa i korisničke smart kartice. Smart kartica se menja ili se njen sadržaj ažurira nakon određenog vremenskog intervala (npr. mesec dana, dva, tri meseca, pola godine itd...)

LITERATURA

- [1] Digital video and audio broadcasting technology: A practical engineering guide - W. Fisher, Springer 2008.
- [2] Functional model of a conditional access system – EBU project group B/CA (trev_266-ca.pdf)
http://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_266-ca.pdf
- [3] Digital Video Broadcasting (DVB) support for use of scrambling and conditional access (CA) within digital broadcasting systems (Etr289_e1.pdf)
<http://portal.etsi.org/broadcast/dvb.htm>

ABSTRACT

ONE SOLUTION OF ADVERTISEMENT APPLICATION REALISED INSIDE DIGITAL TELEVISION CONDITIONAL ACCESS SYSTEM

The paper describes an application for displaying advertisements in between switching of TV channels. The device for reception and playback of digital television signal receives such signal and processes it further. On some channels, within the received signal, multimedia advertising content is present (eg. pictures or short video messages). Advertisements are displayed conditionally on user's TV screen depending on user's next selected channel.

Names of authors

Ilija Lučić, Đorđe Simić, Tatjana Samardžić, Mile Davidović, Mihajlo Katona

RAZVOJ RESURSNO-ORIJENTISANIH APLIKACIJA I NetKernel RESOURCE-ORIENTED APPLICATION DEVELOPMENT AND NetKernel

Bojan Tomić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad prikazuje osnovne koncepte resursno-orijentisanog programiranja, i NetKernel softversku platformu kao njegovu konkretnu implementaciju.

Abstract – This paper explains basic concepts of resource oriented computing and introduces NetKernel as implementation of this concepts.

Ključne reči: REST, resurs, resursno-orijentisano programiranje, obrada zahteva, NetKernel

1. UVOD

Resursno-orijentisano programiranje predstavlja programski model koji pruža novi i drugačiji pogled na arhitekturu i funkcionisanje softvera u odnosu na objektno ili proceduralno programiranje. Osnovne koncepte resursno orijentisano programiranje preuzima iz REST arhitektonskog stila i UNIX sistema:

- iz REST-a: sve što se može identifikovati modelovati kao resurs i dodeliti mu jedinstveni identifikator, uključujući tu i kod i operacije
- iz UNIX-a: graditi rešenje kombinovanjem jednostavnih alata koji dele interoperabilan model podataka

Kombinovanje ovih principa u resursno orijentisanom programiranju rezultuje razdvajanjem arhitekture aplikacije od zavisnosti od fizičkog koda. Drugim rečima, resursno orijentisano programiranje bavi se rukovanjem informacijama na logičkom nivou.

2. REST

REST (*Representational state transfer*) je arhitektonski stil za distribuirane hipermedija sisteme koji leži u osnovi modernog World Wide Web-a. Arhitektonski stil, prema [1], definiše skup arhitektonskih ograničenja koja ograničavaju osobine i uloge elemenata kao i dozvoljene veze između elemenata unutar arhitekture. Svrha primene određenog arhitektonskog stila jeste da se rezultujućem softveskom sistemu daju neke unapred određene, željene osobine.

REST razlikuje 3 vrste arhitektonskih elementa: elemente podataka, konektorske elemente (konektore) i procesne elemente (komponente). Procesni elementi vrše transformaciju nad podacima, elementi podataka sadrže informacije koje se koriste i transformišu, a konektorski elementi povezuju različite elemente arhitekture tako što posreduju u komunikaciji i koordinišu rad komponenti.

NAPOMENA:

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

2.1. REST elementi podataka

Priroda i stanje elemenata podataka predstavljaju ključni aspekt REST-a. REST komponente komuniciraju razmenjujući trenutno ili željeno stanje elemenata podataka. REST razlikuje sledeće elemente podataka:

- resursi
- identifikatori
- reprezentacije
- meta podaci reprezentacija
- meta podaci resursa
- kontrolni podaci

Osnovna apstrakcija informacija u REST-u je resurs. Resurs može biti bilo koja informacija koja može biti imenovana: dokument, slika, temporalni servis, kolekcija drugih resursa, ne-virtuelni objekat (na primer osoba) i slično. Resurs je konceptualno mapiranje na skup entiteta, ne na entitet koji odgovara mapiranju u nekom određenom trenutku. U suštini, ovo znači da se entitet koji stoji iza resursa može vremenom menjati. Neki resursi su statički, u smislu da se u svakom momentu kada se zatraže dobija ista vrednost. Drugima se vrednost menja u toku vremena. Jedina stvar koja mora da bude statička kod resursa je semantika, jer semantika omogućava međusobno razlikovanje resursa. Razdvajanje koncepta od reprezentacije omogućava *content negotiation*, odnosno dogovaranje oko oblika reprezentacije resursa bazirano na karakteristikama zahteva. To znači da se vrednost resursa, u zavisnosti od zahteva, može dobiti u fizički različitim oblicima.

Za razlikovanje resursa koji učestvuju u interakciji između komponenti REST koristi identifikatore resursa. Identifikator predstavlja logičko ime dodeljeno resursu, na primer URL (*Uniform Resource Locator*).

REST komponente vrše obradu nad resursima koristeći reprezentacije resursa da prikažu trenutno ili željeno stanje resursa kao i prenosom reprezentacija između komponenti.

Reprezentacija sadrži podatke, meta podatke koji opisuju podatke, i ponekad meta podatke koji opisuju meta podatke. Odgovori na zahteve za resursima mogu da sadrže i meta podatke vezane za konkretnu reprezentaciju, i meta podatke vezane za resurs, odnosno informacije o resursu koje nisu vezane za konkretnu reprezentaciju.

Kontrolni podaci služe da opišu svrhu komunikacije između komponenti, kao što su akcije koje treba poduzeti i značenje odgovora. Takođe se koriste da parametrizuju zahteve i redefinišu ponašanje nekih konektorskih elementata. U zavisnosti od kontrolnih podataka, data reprezentacija može predstavljati trenutno stanje zatraženog resursa, željeno stanje resursa, ili vrednost nekog drugog resursa, na primer reprezentaciju stanja greške u odgovoru.

REST nije vezan za neki određen format podataka sve dok sve komponente znaju kako da procesiraju te podatke. Format reprezentacije se naziva tip medije (media type). Reprezentacija uključena u poruku se procesira od strane primaoca poruke na osnovu kontrolnih podataka i tipa medije.

3. RESURSNO ORIJENTISANO PROGRAMIRANJE (ROP)

Resursno orijentisano programiranje najbolje se može definisati kao generalizacija REST-a, odnosno primena osnovnih koncepata REST-a ne samo na interakciju između aplikacija, već i na unutrašnju arhitekturu softvera, što rezultuje softverskim sistemima koji interno funkcionišu na isti način na koji funkcioniše *Web*.

Isto kao i u REST-u, osnovna operacija u resursno orijentisanom programiranju je zahtev za resursom. Informacije i servisi unutar aplikacije modeluju se kao resursi i identifikuju se logičkim adresama, koje se za vreme zahteva posredstvom posrednika mapiraju na endpointe, fizičke komponente zadužene za obradu zahteva.

3.1. Aksionmi ROP-a

U [2] navedeni su osnovni aksiomi resursno orijentisanog programiranja. Može se uočiti da su osnovni koncepti kao što su resursi, identifikatori i reprezentacije resursa preuzeti iz REST arhitektonskog stila.

1. Resurs je apstraktan skup informacija. U resursno orijentisanom programiranju sve informacije modeluju se resursima. Resurs može da bude bilo šta što je moguće identifikovati - spisak studenata koji slušaju predmet, servis koji vrši transformaciju nad tekstem, datoteka fajl sistema, *Web* stranica. Resurs predstavlja apstraktan skup informacija, što znači da resurs sam po sebi ne postoji fizički. Informacija koju resurs nosi dobija konkretnu fizičku reprezentaciju tek kada se taj resurs zatraži, i jedan resurs može da ima potencijalno neograničen broj fizičkih reprezentacija.

2. Svaki resurs se može identifikovati uz pomoć jednog ili više logičkih identifikatora. Logičko adresiranje elemenata unutar aplikacije je ključna osobina resursno orijentisanog programiranja. Kada je resursno orijentisanoj aplikaciji potreban neki resurs, ona izdaje zahtev za tim resursom koristeći identifikator.

3. Logički identifikator se može upotrebiti u okviru informacionog konteksta da bi se dobila fizička reprezentacija resursa. U resursno orijentisanom programiranju svi resursi postoje u okviru informacionog konteksta koji se naziva prostor. Prostor predstavlja kontejner informacija koji sadrži skup resursa koji se mogu identifikovati. Jednostavnije, možemo ga shvatiti kao prostor adresa resursa, a identifikatore resursa kao adrese iz tog prostora.

4. Obrada se zasniva na konkretizaciji resursa fizičkim reprezentacijama. Kao što je već rečeno, resurs je apstraktan skup informacija koji postoji samo na logičkom nivou, što znači da nikad kao odgovor na zahtev ne možemo dobiti sam resurs. Možemo dobiti samo reprezentaciju resursa koja predstavlja njegovo stanje u momentu zahteva. Slično, menjanje resursa postiže se slanjem zahteva koji sadrži reprezentaciju koja predstavlja željeno stanje resursa.

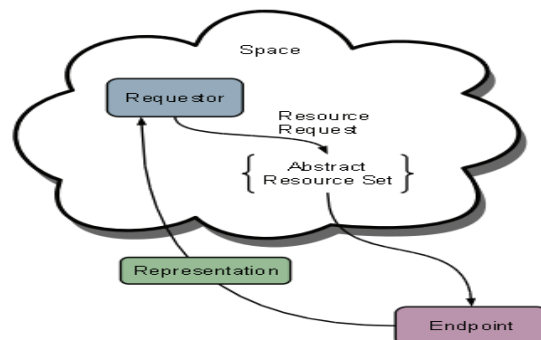
5. Reprezentacije su nepromenljive. Pošto su reprezentacije samo slike resursa, izmene koje se naprave na reprezentaciji ne utiču na sam resurs. Promena resursa se može postići jedino delovanjem na primarni izvor informacija resursa, kroz slanje zahteva za promenu resursa.

6. Transrepcija predstavlja izomorfnu transformaciju iz jedne fizičke reprezentacije u drugu bez gubljenja informacija. Reprezentacija resursa može biti u bilo kom fizičkom obliku koji je komponenta zadužena za rukovanje tim resursom u stanju da proizvede. Ukoliko se vraćeni oblik reprezentacije i željeni oblik ne slažu, platforma za resursno orijentisano programiranje može da pokuša da transparento izvrši transformaciju iz jednog oblika u drugi. Ova operacija naziva se transrepcija.

7. Rezultati izračunavanja su resursi i mogu se identifikovati u prostoru adresa. U resursno orijentisanom programiranju sve je resurs i ima svoj identifikator, uključujući i operacije. Zahvaljujući ovoj osobini, identifikator rezultata izračunavanja može se izraziti kao kombinacija identifikatora operacije i identifikatora resursa nad kojim se ta operacija izvršava. Iz ovoga proističe da su svi rezultati i međurezultati operacija nad resursima takođe resursi koji imaju svoj identifikator.

3.2. Obrada zahteva

Zahtev za resursom može se nazvati osnovnom instrukcijom resursno orijentisanog programiranja. Svi resursi egzistiraju u okviru informacionog konteksta koji se naziva prostor. Prostori mogu biti međusobno povezani što omogućava da se iz jednog prostora pristupa resursima koji se nalaze u nekom drugom prostoru. Resursi u okviru prostora identifikuju se uz pomoć jednog ili više logičkih identifikatora. Ukoliko je potrebno pristupiti informaciji koju nosi neki resurs, potrebno je uputiti zahtev za resursom koristeći njegov identifikator. Na slici 3.1 prikazan je osnovni tok obrade zahteva za resursom.



Slika 1. Tok obrade zahteva

Endpoint koji izdaje zahtev, *Requestor*, šalje u prostor zahtev za resursom (*Resource request*), koji se sastoji od identifikatora resursa, glagola (*Verb*), i opcionalne reprezentacije koja sadrži željeno stanje resursa ukoliko se izdaje zahtev koji kreira ili menja resurs. Glagol specificira akciju koju treba poduzeti nad zahtevanim resursom, poput dobavljanja reprezentacije resursa, kreiranja novog resursa, brisanja ili promene resursa. Iako na logičkom nivou rukujemo apstraktnim resursima, informacije koje oni nose moraju se negde čuvati u konkretnom fizičkom obliku i zato su nam potrebne komponente koje znaju kako da rukuju informacijama resursa na fizičkom nivou - endpointi.

Kada prostor dobije zahtev za resursom, započinje proces razrešenja zahteva (*Request resolution*). Tokom procesa razrešenja zahteva prostor pronalazi endpoint koji je povezan sa zahtevanim resursom. Pošto endpointi nisu fizički povezani, razrešenje zahteva se mora obavljati svaki put kad stigne zahtev za resursom. Potom se pronađenom endpointu prosleđuje originalni zahtev na obradu, i ova faza se naziva evaluacija zahteva (*Request evaluation*). Tokom evaluacije zahteva, endpoint vrši obradu, pri čemu potencijalno izdaje dalje zahteve za resursima, i na kraju kao rezultat obrade vraća odgovor potraživaču. Odgovor najčešće, ali ne obavezno, sadrži reprezentaciju resursa koja predstavlja nepromenljivu konkretizaciju informacije resursa u datom trenutku.

4. NetKernel PLATFORMA

NetKernel je softverska platforma koja implementira resursno orijentisanu apstrakciju i pruža osnovne funkcionalnosti neophodne za izgradnju aplikacija baziranih na resursno orijentisanom programiranju tako što:

- nudi osnovne elemente za izgradnju resursno orijentisanih aplikacija tako što nudi veliki broj gotovih alata i servisa kao i API za izgradnju novih
- pruža okruženje u kome se takve aplikacije izvršavaju tako što igra ulogu posrednika u obradi zahteva za resursima, odnosno vrši rezoluciju zahteva

U osnovi, NetKernel se može se shvatiti kao aplikativni server namenjen resursno orijentisanim aplikacijama. Može se pokrenuti kao samostalni aplikativni server, a može se pokrenuti i kao ugrađena komponenta u okviru drugih sistema. Osim posredovanja pri razrešenju zahteva, NetKernel obezbeđuje i druge servise, poput keširanja reprezentacija, rukovanje asinhronim zahtevima i veliki broj alata za praćenje rada i konfiguraciju aplikacija.

4.1. Moduli i njihovi elementi

Modul kao pojam u NetKernelu ima dvojako značenje. Fizički, modul je direktorijum fajl sistema određene strukture koji sadrži datoteke aplikacije kao što su Java klase, XML datoteke i druge, i predstavlja osnovnu jedinicu distribucije aplikacija. NetKernel aplikacije se sastoje od jednog ili više ovakvih direktorijuma.

Na logičkom nivou, modul predstavlja kontejner najvišeg nivoa koji sadrži ostale elemente resursno orijentisanih aplikacija. Svaki modul sadrži bar jedan prostor, koji sa svoje strane sadrži deklaracije endpointa. Endpointi predstavljaju vezu između resursa na logičkom nivou i njihovih fizičkih reprezentacija. Moduli, prostori i endpointi deklariraju se u datoteci *module.xml*, koja je ujedno i jedini obavezni element svakog modula.

4.2. Tipovi endpointa

NetKernel poseduje implementacije nekoliko tipova endpointa koji se razlikuju po nameni i načinu funkcionisanja. *Accessor* je endpoint koji pruža pristup resursu i vrši obradu njegovih informacija, na primer kreiranje resursa, izmenu resursa ili kreiranje reprezentacije resursa za odgovor na zahtev.

Najčešće prilikom obrade zahteva i sam izdaje podzahteve za drugim resursima koji su mu potrebni da bi konstruisao odgovor.

Transporti su endpointi koji predstavljaju vezu između resursno orijentisane aplikacije i spoljašnjeg sveta. Transporti su inicijatori svake obrade koja se dešava u resursno orijentisanoj aplikaciji. Transport funkcioniše tako što osluškuje događaje iz spoljašnjeg sveta, i na osnovu njih izdaje zahteve za resursima u svoj prostor u resursno orijentisanoj aplikaciji, i zatim vraća u spoljašnji svet odgovor u vidu reprezentacije resursa. Zahtev za resursom koji potiče od transporta naziva se korenski zahtev, zato što se svi ostali zahtevi izdaju posle njega u svrhu odgovaranja na taj zahtev. Najtipičniji primer transporta je HTTP transport koji osluškuje HTTP zahteve. Kada detektuje HTTP zahtev, HTTP transport izdaje u svoj prostor zahtev za resursom koji predstavlja, na primer, HTML stranicu koja je zatražena spolja. Kada primi odgovor, HTTP transport šalje dobijenu reprezentaciju klijentu iz spoljašnjeg sveta koji je uputio HTTP zahtev. Još neki primeri događaja koje mogu da detektuju transporti su prispeće e-mail poruke, signal na RS-232 portu, signali sa časovnika, JMS poruke, ili bilo koji drugi događaj

Transreptor je endpoint koji je zadužen za transrepciju, odnosno transformaciju jednog oblika fizičke reprezentacije u drugi fizički oblik. Transrepcija menja samo oblik reprezentacije, informacija resursa mora da ostane ista. Na primer, XML datoteka može biti transformisana u DOM (*Document object model*), ili skript napisan u Groovy programskom jeziku može biti transformisan u *byte-code*, odnosno kompajliran.

Overlay je endpoint koji definiše i održava vezu između prostora u kojem se nalazi (*Host space*) i prostora koji obuhvata (*Wrapped space*). Svi zahtevi namenjeni obuhvaćenom prostoru moraju da prođu kroz *overlay*, i ne postoji drugi način da zahtevi stignu do tog prostora. Najjednostavniji primer *overlay* endpointa je *Import* endpoint, koji transparentno izlaže elemente importovanog prostora u drugi. *Overlay*-i ne moraju da budu transparentni, već mogu da vrše procesiranje prilikom prolaska zahteva kroz njih, na primer logovanje ili autentikaciju.

5. STUDIJA SLUČAJA

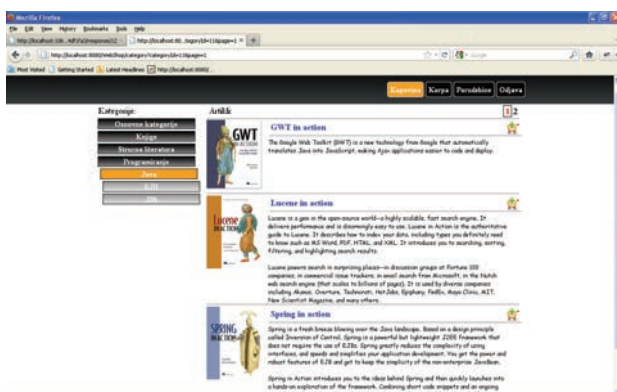
U svrhu istraživanja i evaluacije resursno orijentisanog programiranja implementirana je Web aplikacija namenjena *online* prodaji knjiga. Aplikacije podržava funkcionalnosti održavanja kolekcije proizvoda koji se nude na prodaju, registracije korisnika aplikacije i vođenja evidencije o njihovim kupovinama. Proizvodi su grupisani u kategorije, koje takođe mogu pripadati nekoj kategoriji, odnosno mogu biti njena podkategorija. Svaki proizvod ima vezanu za sebe kolekciju slika proizvoda i podatke o dobavljaču. Svaka narudžbina je vezana za jednog korisnika, i može da sadrži više proizvoda.

Prilikom izrade aplikacije korišćeno je nekoliko gotovih NetKernel servisa i alata, i implementirano je nekoliko novih korišćenjem NetKernel API-ja.

NetKernel servisi u osnovi predstavljaju implementacije nekih od navedenih tipova endpointa. Servisi se mogu uključiti i koristiti u korisničkim aplikacijama jednostavnim importovanjem prostora koji sadrži servis u prostor korisničke aplikacije. Zatim se servis može koristiti izdavanjem zahteva za resursom za koji je servis zadužen.

Za pristup bazi podataka korišten je NetKernel Database modul. Ovaj modul sadrži nekoliko servisa za rad sa bazom podataka. Zajedničko za sve ove servise je da rezultat operacije nad bazom podataka vraćaju u formi XML reprezentacije. HTML stranice aplikacije su zatim generisane transformacijom ovih rezultata primenom nekih od templejt jezika, poput XSLT i FreeMarker jezika, koji takođe dolaze u vidu već gotovih servisa sa NetKernel platformom.

Stranica za kupovinu proizvoda je najbolji primer primene ovog principa generisanja stranica aplikacije. Upit za proizvodima nad bazom podataka rezultuje XML dokumentom. Korišćenjem XSLT transformacije dobija se tabela proizvoda izabrane kategorije, koja se može videti na slici 2:



Slika 2. Stranica za kupovinu

Na sličan način generiše se i deo stranice za izbor kategorije. HTML stranica se zatim dobija umetanjem ovih elemenata u templejt.

6. ZAKLJUČAK

Pesursno orijentisano programiranje nastoji da razdvoji logiku aplikacije od programskog koda, i u tu svrhu koristi XML tehnologiju. XML nudi mogućnost deklarativnog opisa arhitekture aplikacije - njenih gradivnih elemenata, kao i veza i interakcija između njih. Primer za ovo je datoteka *module.xml* koja je obavezni deo svakog modula NetKernel-a, i koja sadrži deklaracije gradivnih elemenata resursno orijentisane aplikacije, prostora i endpointa, kao i opis interakcija među njima - zahteva za resursima koje endpointi upućuju jedni drugima.

Obrada XML-a može da bude vrlo pogodna tehnika za izgradnju aplikacije, naročito za prezentaciju podataka na Web-u. Pošto NetKernel servisi za rad sa bazom podataka vraćaju podatke kao XML reprezentacije, HTML stranica se može kreirati transformacijama korišćenjem već gotovih servisa koji dolaze sa NetKernel platformom, praktično bez pisanja programskog koda.

Pored toga NetKernel nudi veoma moćan i precizan mehanizam keširanja podataka što doprinosi povećanju preformansi aplikacije. Mana NetKernela je to što razdvajanje logike aplikacije od programskog koda, iako rezultuje smanjenjem količine programskog koda, rezultuje porastom količine XML koda, što čini aplikaciju teškom za održavanje i razumevanje. Takođe, upotreba XML-a kao alata za izgradnju aplikacija koje sadrže komplikovane obrade i interakcije često rezultuje vrlo nestandardnim i neelegantnim rešenjima, i zahteva dosta vremena za implementaciju.

7. LITERATURA

- [1] Roy T. Fielding, "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures", Doctoral dissertation, University of California, Irvine, 2000.
- [2] Randolph Kahle, "Introduction to resource oriented computing", 1060 Research Ltd, 2007
- [3] Randolph Kahle, "Resource oriented computing for developers", 1060 Research Ltd, 2007
- [4] <http://www.1060research.com/netkernel/>

Kratka biografija:

Bojan Tomić rođen je 01.10.1985. godine u Sremskoj Mitrovici. Srednju tehničku školu „Nikola Tesla“ u Sremskoj Mitrovici završio je 2004. godine. Iste godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika. Školske 2007/2008. godine upisao se na smer Računarske nauke i informatika. Diplomski-master rad iz oblasti Primenjenih računarskih nauka i informatike odbranio je 2012. godine.

**ВИЗУЕЛИЗАЦИЈА ДИСТРИБУТИВНЕ МРЕЖЕ И ПОСТУПКА ТРАСИРАЊА
ОПРЕМЕ CDNA СИСТЕМА У ИНТЕРНЕТ ПРЕТРАЖИВАЧУ****VISUALIZATION OF CDNA NETWORK MODEL AND TRACING FUNCTION IN
BROWSER**

Борислав Субић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У раду је описан један начин омогућавања визуелизације модела мреже и поступка трасирања опреме CDNA система путем Интернета у Интернет претраживачу.

Abstract – This paper describes a solution for online visualization of network model and tracing function of CDNA system in browser.

Кључне ријечи: Визуелизација дистрибутивне мреже

1. УВОД

У овом раду је описана развијена софтверска архитектура која омогућава визуелизацију модела радијалне дистрибутивне електричне мреже и поступка трасирања опреме за CDNA (**Component Distribution Network Applications**) софтвер у Интернет претраживачу. Описано је једно решење, тј. један начин прилагођавања CDNA за веб приступ који је могуће применити и на друга софтверска решења која подржавају проширење функционалности додавањем нових компоненти.

2. ОПИС ПРОБЛЕМА

Прилагођавање CDNA система веб приступу подразумева да се реализује веб интерфејс (веб визуелизатор) којим је могуће манипулисати моделом дистрибутивне електричне мреже (чија се топологија не мења) и који визуелизује поступак трасирања опреме (**trace equipment**) на дијаграму мреже. Манипулација над моделом подразумева навигацију кроз мрежу и лоцирање опреме на мрежи. Трасирање опреме подразумева визуелизацију извршења **traceUp(jedinstveni_identifikator_opreme)** функције система на основу захтева корисника.

TraceUp метода обавља трасирање од опреме, чији је јединствени идентификатор прослеђен, до свих могућих **injection source**-ова који су у хијерархији мреже изнад трасиране опреме, поштујући конективности опреме кроз коју се пролази. Архитектура решења се састоји из две специјализоване целине:

- HTTP Java веб сервера са којим комуницира Java Applet клијентска апликација (веб интерфејс / веб визуелизатор)
- компоненте CDNA система која се понаша као сервер, обрађујући захтеве (од HTTP Java сервера) и која обавља трасирање и припрему модела за приказ.

За реализацију решења проблема потребно је:

- развити решење тако да буде подржано од стране популарнијих Интернет претраживача (Firefox и Chrome) и оперативних система (Windows и Linux),
- осмислити архитектуру коју је могуће применити и на друге системе који се проширују зарад могућности веб приступа,
- и реализовати решење проблема користећи технологију којом је развијен CDNA систем и Java технологијом.

2.1. CDNA

CDNA [1] је софтвер за анализу рада дистрибуираног система. CDNA софтвер омогућава праћење рада и управљање електроенергетским, гасним или водоводним системом. CDNA представља конфигурабилан и проширив софтвер високих перформанси, јер се сви процеси и сви подаци налазе у оперативној меморији, што омогућава брзо извршавање свих дистрибутивних функција овог софтвера. Компоненте овог софтвера комуницирају путем DDS порука, што омогућава проширење софтвера новим компонентама.

3. ОПИС КОРИШЋЕНИХ ТЕХНОЛОГИЈА**3.1. JOGL (Тестирање графичких библиотека)**

За потребе развоја визуелизатора тестиране су доступне графичке библиотеке. На основу тестова перформанси библиотека (време стартовања теста и број FPS – Frames Per Second) одабрана је JOGL библиотека. JOGL (Java OpenGL) [2] претставља Java омотач (wrapper) OpenGL библиотеке која пружа Java апликацијама могућност директног коришћења OpenGL функционалности (low-level C функција).

3.2. Data Distribution Services - DDS

У CDNA систему процеси (компоненте) размењују податке преко DDS-а (Data Distribution Services) [3]. DDS представља дистрибуиран механизам,

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Мирослав Хајдуковић, ред. проф.

реализован *publisher subscriber (pub/sub)* шаблоном, помоћу којег процеси у реалном времену шаљу и примају податке. DDS поруке претстављају начин да неки процес пошаље податке другом процесу. DDS сервер представља сервис на који се апликације региструју у циљу обавештавања о за њих интересантним догађајима. Сваки пут кад се дођај деси, DDS сервер ће обавестити апликације, које су се претплатиле на тај тип догађаја, путем поруке.

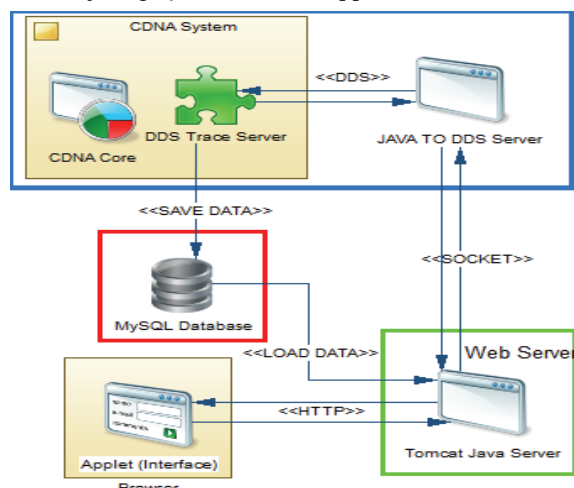
Апликације (процеси) могу бити *publisher* - пошто се пријаве на DDS као пошиљаоци могу слати DDS поруке или *subscriber* - пријаве се као примаоци оних порука које су им од интереса и те поруке им, ако постоје, DDS шаље.

4. ОПИС РЕШЕЊА ПРОБЛЕМА

4.1. Архитектура веб визуелизатора

Архитектура решења се састоји из две целине (слика 1.). Прва обухвата компоненте које су специфичне за софтвер за који се реализује веб визуелизатор – у овом случају је то CDNA систем (горњи правоугаоник). Друга целина је независна од система чији се модел визуелизује (правоугаоник доле десно). Поменути делови система са слике 1. могу бити позиционирани на различитим физичким машинама. Овакав приступ омогућава да се за сваки нови систем развија само компонента за циљни систем (назван *DDSTraceServer*) и прилагоди комуникациони део система (названа *JavaToDDSServer*). За CDNA систем је развијена компонента *DDSTraceServer* која се ослања на постојећу CDNA архитектуру и не може самостално функционисати. *DDSTraceServer* је део архитектуре веб визуелизатора који на DDS захтев врши трасирање опреме и резултате (последике захтева) снима у базу или врати као одговор кроз комуникациони канал. *JavaToDDSServer* је компонента која је дизајнирана тако да *Java* веб сервер и клијентска апликација буду независни од циљног софтвера (у овом раду је то CDNA) и платформе на којој се он извршава.

Независни део архитектуре се састоји од: (1) базе података у којој се чувају резултати трасирања или модел мреже., (2) HTTP веб сервера имплементираног помоћу *Java Servlet* [4] технологије и (3) клијентске апликације израђене као *Java Applet*.



Слика 1. Архитектура веб визуелизатора

4.2. База података

За размену података између CDNA и веб сервера коришћена је *MySQL* база података. За потребе рада креиране су три табеле у бази:

- табела ***Elements*** у којој се налази комплетан модел дистрибутивне електричне мреже,
- табела ***CachedTracing*** у којој се налази списак свих примерака трасирање опреме
- и табела ***TracedElement*** у коју се снимају путање трасирања опреме.

Табела *Elements* се састоји од јединственог идентификатора слога, идентификатора опреме која се описује, идентификатор опреме из које се дошло у описивану опрему ("родитељ" описиване опреме) и типа опреме. Ову табелу, ако модел мреже није похрањен у базу, попуњава компонента *DDSTraceServer* проласком кроз комплетан модел и снимањем сваког помераја алгоритма обилажења модела. На основу података из ове табеле се формира модел за приказ.

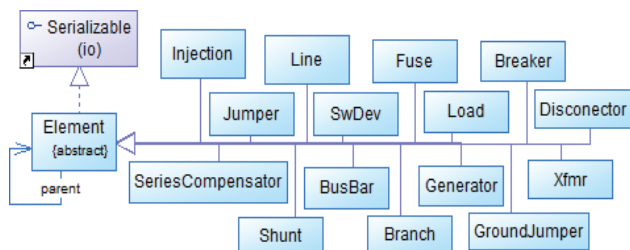
Табела *CachedTracing* садржи идентификаторе опреме за које је трасирање већ обављено и то у пару {*equip_id*, *trace_id*}. Ова табела постоји да би се убрзала реакција *DDSTraceServer* уколико је захтевано трасирање опреме која је већ трасирана. *DDSTraceServer* прво тражи у бази идентификатор опреме за трасирање и, уколико постоји, враћа вредност идентификатора трасирања. Уколико такав слог не постоји, компонента обавља трасирање и резултат трасирања снима у табелу *TracedElement*.

Табела *TracedElement* се састоји од: кључа који се аутоматски инкрементује, идентификатора трасирања који је једнак идентификатору трасирања из табеле *CachedTracing* и идентификатора опреме кроз коју је прошао алгоритам трасирања. Подаци из ове табеле се користе за визуелизацију поступка трасирања.

4.3. Клијентска апликација

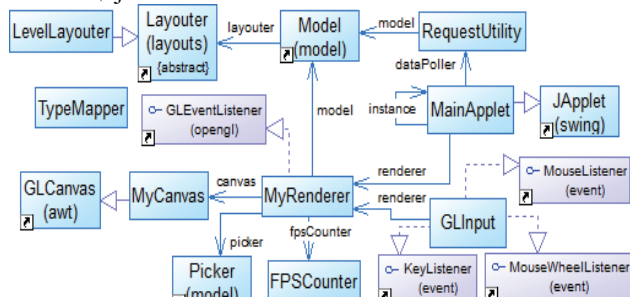
Клијентска апликација се извршава у контексту Интернет претраживача и задужена је за визуелизацију модела мреже и поступка трасирања, навигацију кроз мрежу и комуникацију са сервером. Клијент је развијен *Java* програмским језиком користећи *Java Applet* [5] технологију. Комуникација са сервером се одвија преко HTTP протокола.

Клијент при покретању тражи од сервера неформирани модел мреже из базе ("сирове" податке из *Elements* табеле базе). По пријему података о моделу, почиње изградња објектног еквивалента модела на клијентској страни којим апликација манипулише. Подаци потребни за правилну изградњу модела, су: идентификатор опреме, тип опреме, кроз коју опрему се дошло до описиване опреме ("родитељ" опреме) и тренутак кад је опис опреме снимљен у базу. Комплетан модел се изграђује на основу веза међу елементима (конективност или однос родитељ дете) постављањем *parent* атрибута класе *Element*. Класа *Element* је апстрактна класа која обједињује основне особине свих типова опреме. Објектни модел елемената модела (опреме) је приказан на слици 2.



Слика 2. Дијаграм класа опреме

Слика 3. приказује објектни модел клијентске апликације.



Слика 3. Дијаграм класа клијент аплета

Главна класа аплета је *MainApplet* реализована синглтон шаблоном, која имплементира *JApplet* интерфејс и при иницијализацији креира инстанце класа *MyRenderer*, *MyCanvas* и *RequestUtility*. Класа *MyRenderer* имплементира *GLEventListener* интерфејс који омогућава јава апликацијама да позивају графичке функције *OpenGL* библиотеке. *MyRenderer* је задужена за иницирање исцртавања комплетног модела на радну површину инстанце класе *MyCanvas* (представља панел на коме је могуће цртање). *MyRenderer* класа такође уводи у игру једноставни *clipping* алгоритам (елементи који се не виде се не исцртавају) који побољшава перформансе клијента, избегавајући позивања метода за цртање за објекте који су тренутно ван кадра. Инстанца класе *RequestUtility* је такође изведена као синглтон и задужена је за комуникацију са веб сервером, што подразумева допремање података о моделу преко Интернета. Податке при учитавању модела прослеђује класи *Model* која, за сваки слог из базе, креира адекватан објекат на основу типа и подешава одговарајуће атрибуте објекта на основу података из слога. Апстрактна класа *Layouter* поседује методе за одређивање позиције објекта, чиме је омогућено да се исти модел прикаже на више начина у зависности од активног *Layouter*-а. Позиција опреме на дијаграму се одређује на основу активног, конкретног *Layouter*-а. За потребе рада имплементиран је један начин презентације модела и тај посао ради класа *LevelLayouter*, наследница *Layouter* класе, тако што модел приказује не преклапајући гране стабла (горе на слици 4.). Класа *Model* је такође релизована као синглтон и садржи све потребне информације о моделу мреже, као што су: сва опрема (повезана као структура стабла), селектовани елемент, корени мреже, број елемената, а такође и методе за обраду сирових података о моделу и за претраживање модела. Стања апликације су моделована *State* шаблоном, а имплементирана класама *StateManager* и *State*. За мерење перформанси у току рада је задужена

помоћна класа *FPSCounter* која на статусној линији клијента приказује тренутни број фрејмова у секунди.

4.4. Веб сервер

HTTP захтеве клијента прима веб сервер који је реализован *Java* програмским језиком и извршава се на *Apache Tomcat* серверу. Функционалност сервера имплементирају сервлети, што значи да је сервер портабилан (подржан на разним платформама), скалабилан (лако проширивог скупа функционалности), а такође и ефикасан са аспекта утрошене меморије и брзине.

Клијентска апликација шаље веб серверу HTTP захтеве које обрађују сервлети. Изолација веб сервера од циљног система огледа се у томе што су сви сервлети, који прослеђују захтев *CDNA* систему кроз комуникациони канал (*JavaToDDSServer*), независни од имплементације комуникационог канала, а зависни само од одговора који стигне кроз комуникациони канал. Комуникација са *JavaToDDSServer* је имплементирана коришћењем *SOCKET*-а. Сервлет који захтева неке податке или промене података, прослеђује захтев у облику погодном за *JavaToDDSServer* и, у зависности од одговора, обрађа се бази података, одакле повлачи податке за визуелизацију. Сервлети су кодирани реимплементирањем метода *doGet()* и *doPost()*. Имплементирани су сервлети који обрађују захтеве за:

- иницијализацијом аплета (*InitServlet*),
- учитавањем модела (*InitPoolingServlet*),
- трасирањем опреме (*TraceRequestServlet*).

4.5. JavaToDDSServer

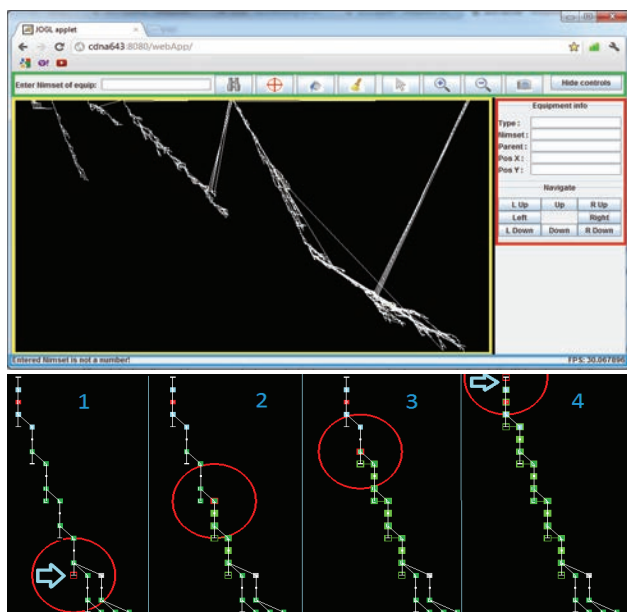
Улога ове компоненте у решењу састоји се од прилагођавања *Java* сервера постојећем софтверу за који се реализује визуелизација (систем који се прилагођава веб приступању). Ова компонента је заправо сервер који изолује веб сервер од циљног система, поједностављујући комуникацију. Комуникациони канал се може схватити као комуникациони адаптер веб сервера и циљног софтвера. Комуникација са циљним системом се обавља (у овом случају) *DDS* порукама, а са веб сервером комуницира преко *SOCKET*-а који омогућавају да ова компонента буде развијена било којим програмским језиком, уз поштовање дефинисане комуникације са веб сервером. Компонента која се развија за циљни софтвер, која обавља потребан посао, може бити развијена заједно са *JavaToDDSServer* компонентом, уколико је то изводљиво, али је пожељније развити их као засебне модуле, због лакшег развоја и чистијег дизајна. Чистији дизајн подразумева да компонента циљног система може функционисати правилно и без компоненте комуникационог канала, прихватајући поруке (у овом случају *DDS*) од осталих компоненти циљног система и обављати дефинисани посао. У овом раду су ове компоненте развијене посебно, да би се истакли проблеми комуникације између *C++* (*CDNA*) и *Java* (веб сервер) делова архитектуре.

4.6. DDSTraceServer

DDSTraceServer је компонента која се ослања на компоненту за размену порука (*DDS - Data Distribution Services*) и на механизам трасирања у *CDNA* систему. *DDSTraceServer* компонента слуша/прима *DDS* поруке типа *DDSTraceRequest* које се састоје од јединственог идентификатора опреме и идентификатора процеса који је послао захтев. По пријему поруке (захтева за трасирање), *DDSTraceServer* врши трасирање опреме, снимајући при том путању у табелу *tracedEquipment* базе података. Путања се састоји од свих идентификатора опреме кроз које је алгоритам трасирања прошао. За трасирање у *CDNA* систему је задужена посебна класа ***kTpTrace***, која поред алгоритама обиласка мреже, дефинише и апстрактне методе за обраду сваког типа опреме при трасирању, које конкретне наследнице имплементирају. Само трасирање опреме је имплементирано *visitor* дизајн шаблоном. *Visitor* дизајн шаблон омогућава систематски пролазак кроз модел у складу са конективношћу опреме и обраду опреме у зависности од њеног типа. Конкретна наследница ***kTpTrace*** апстрактне класе имплементира ***visit_X_*** методе, тј. дефинише посао који се обавља када се при проласку кроз мрежу наиђе на неку врсту опреме. Примера ради, метода ***visitBmDisconnecter(kBmDisconnecter* p)*** ће бити позвана када алгоритам трасирања наиђе дисектор, тј. на опрему типа ***kBmDisconnecter***.

4.7. Употреба

Да би визуелизација мреже у Интернет претраживачу била могућа, потребно је да су покренуте компоненте *DDSTraceServer* и *JavaToDDSserver* у контексту *CDNA* система, стартована *MySQL* база података и стартован *Apache Tomcat* веб сервер. Затим се у Интернет претраживачу укуцавањем локације веб сервера, покреће аплет (горе на слици 4). Пример визуелизације трасирања у различитим временским тренуцима је приказан доле на слици 4.



Слика 4. (горе) Приказ веб визуелизатора, (доле) визуелизација поступка трасирања

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је описано решење визуелизације дистрибутивног модела и поступка трасирања опреме на примеру *CDNA* софтвера. Слојевиту архитектуру, која је примењена на веб визуелизатор, је могуће лако прилагодити било којем другом систему који манипулише неком структуром података типа стабла и за који се жели омогућити приступ/визуелизација путем Интернет претраживача.

Развијено програмско решење визуелизације модела испуњава постављене услове задатка:

- извршиво је у Интернет претраживачима *Firefox* и *Chrome*,
- извршиво је на оперативним системима *Windows* и *Linux*,
- једним делом (визуелизатор) је генерично и прилагодљиво другим системима који користе структуру типа стабло и подржавају компонентни развој,
- прошириво је додатним функционалностима, понашањем и изгледом,
- клијенту пружа задовољавајуће перформансе.

Недостатак развијеног веб визуелизатора се огледа у занемаривању сигурносних аспеката због ослањања на сигурносне мере које уносе *Java Applet* и *Java Servlet* технологије. Овај недостатак је могуће исправити криптовањем свих порука (комуникације) у систему које се шаљу на удаљену машину.

Неки од даљих праваца развоја могу бити:

- повезивање података о моделу са географским подацима о елементима мреже, чиме би приказ мреже био прегледнији,
- проширење веб интерфејса и *DDS* сервера, ради омогућавања позива и визуелизације осталих *CDNA* функција.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Siemens, *Component DNA 1.0 Design Document*, 2007, interni dokument
- [2] Wikipedia, *Java OpenGL (JOGL)*
http://en.wikipedia.org/wiki/Java_OpenGL
- [3] Siemens, *Creating Spectrum PowerCC Applications*, interni dokument
- [4] Wikipedia, *Java Servlets*
http://en.wikipedia.org/wiki/Java_Servlet
- [5] Wikipedia, *Java Applets*
http://en.wikipedia.org/wiki/Java_applet

Кратка биографија:



Борислав Субић је рођен 1987. године у Сенти. Факултет техничких наука у Новом Саду је уписао 2006. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из уже научне области Примењене рачунарске науке и информатика одбранио је 2012. год.

DISTRIBUIRANI GENERATORI**DISTRIBUTED GENERATION**

Monika Bratić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu obrađeni su kako pozitivni uticaji, tako i negativni uticaji distribuirane energije na distributivnu i prenosnu mrežu. Neki od pozitivnih uticaja su: poboljšanje naponskih profila, pouzdanosti i sigurnost mreže, veći kvalitet električne energije, smanjenje gubitaka aktivne snage, dok negativan uticaj distribuirani generatori imaju na rad relejne zaštite, na veličinu struje kvara u mreži, ostrvski rad generatora i sinhronizaciju sa sistemom, pojavu viših harmonika i treperenja napona. Poseban osvrt je dat na uticaj distribuiranih generatora (DG) na rad naponskih regulatora (NR). U radu je data i verifikacija uticaja DG na NR na primjeru test mreže.

Abstract – This paper deals with positive and negative influences of distributed energy on distributed and transmission network. Some of positive influences are improvement of the voltage profile, reliability and safety of the network, improvement of quality of electrical energy, reduction of active power losses, while negative influence distributed energy has on relay protection, greater fault current, appearance of islands with distributed generators (DGs), harmonics and flickers. The accent of this paper is given to the impact of DGs on the work of voltage regulators (VRs). Verification of the impact of DGs on VRs is given using test scheme that is shown in this paper

Ključne reči: distribuirani generatori, klasični izvori električne energije, naponski regulator, pozicija regulacione sklopke

1. UVOD

Klasični izvori električne energije predstavljaju velike elektrane (termoelektrane, hidroelektrane i nuklearne elektrane) koje snabdijevaju potrošače električnom energijom dugi niz godina unazad. Od kraja XIX vijeka dolazi do brzog porasta potrošnje svih vidova energije i ograničenosti klasičnih izvora. Ovo je nametnulo sve veću i veću brigu za bolje iskorišćavanje prirodnih resursa, koji će pokriti današnje potrebe, a neće ugrožavati buduće generacije. Razvojem gradova i industrijske proizvodnje došlo je do ekspanzije distributivnih mreža. Usled toga dolazi do zagušenja postojećih i potrebe za izgradnjom „jačih“ mreža.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada; čiji mentor je dr Goran Švenda, red. prof.

U distributivnoj mreži sa radijalnim fiderima i bez distribuiranih generatora, distributivni transformatori koji povezuju prenosnu i distributivnu mrežu moraju prenijeti svu potrebnu snagu za napajanje potrošnje. Ovo može da dovede do velikih gubitaka i do zagrijavanja transformatora. Kao rezultat obimnih i dugogodišnjih istraživanja pozitivno je ocenjena primjena velikog broja malih izvora električne energije koji se priključuju na srednjenaponsku i niskonaponsku mrežu [1]. Ovi izvori, koji se nazivaju distribuiranim, imaju značajan uticaj na distributivnu mrežu, kao i na ostatak elektroenergetskog sistema. Obnovljiva energija je veoma pogodna za države u razvoju. U seoskim i u zabačenim područjima, prenos i distribucija energije dobijene iz fosilnih goriva (ugalj, nafta, prirodni gas) je prilično težak i skup. Najbolje rješenje dobijeno istraživanjem jeste da se u takvim područjima akcenat stavlja na obnovljivu energiju poput solarnih panela, hidroelektrana, vjetroelektrana ako uslovi to dozvoljavaju. Razvoj obnovljivih izvora je uzeo veliki zalet u bogatim zemljama gdje se teži smanjenju cijena električne energije [2]. Distribuirani izvori napajaju njima lokalna potrošačka područja, čime se najčešće smanjuju ukupni gubici u sistemu i popravljaju naponske prilike. Primarni izvori energije distribuiranih generatora su uglavnom obnovljivi i nisu štetni po okolinu. Takođe, u periodu eksploatacije ne stvaraju otpade koji su štetni po životnu sredinu, pa distribuirana proizvodnja predstavlja dugoročno i ekološki čisto rješenje. Koncept izgradnje velikih proizvodnih jedinica i razvoja centralizovanih elektroenergetskih sistema prestaje da bude jedini prihvatljiv i dobija alternativu u razvoju malih distribuiranih kapaciteta koji će vremenom preuzeti na sebe značajan dio potreba za energijom. Naravno, ova dva pristupa se ne isključuju, već dopunjavaju i time „novi“ sistem čine pouzdanijim.

2. PODJELA DISTRIBUIRANIH GENERATORA

Distribuirana proizvodnja je drugačije osmišljena od proizvodnje u klasičnim elektroenergetskim sistemima. Njene osnovne razlike su:

- Nije centralno planirana;
- Nema centralnog prenosa;
- Manje je snage;
- Obično je povezana sa distributivnim sistemom.

Distribuirani izvori se mogu klasifikovati na više načina. Prva podjela je prema instaliranoj snazi izvora:

- Mikro (manji od 5kW),
- Mali (od 5kW do 5MW),
- Srednji (od 5 MW do 50MW),

- Veliki (veći od 50MW). [3]

Druga podjela je prema vrsti primarnih energenata: tradicionalni izvori energije (ugalj, nafta, prirodni gas, snaga vode, nuklearna goriva) i obnovljivi izvori energije (Sunce, vjetar, biomasa, male HE, geotermalni, plima-osjeka) [3].

Najvažnija podjela je prema vrsti izvora (goriva) koji koriste: gasne turbine, vjetroturbine, solarni paneli, gorivne ćelije, recipročne mašine, mikroturbine, itd.

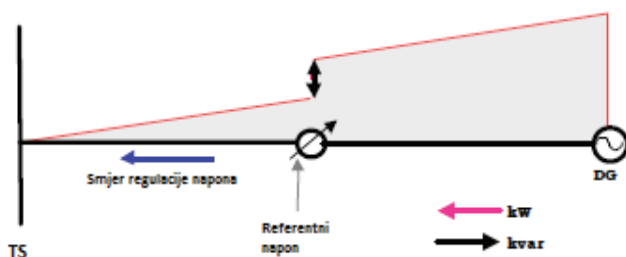
3. UTICAJ DISTRIBUIRANIH GENERATORA NA REŽIM SISTEMA

Distribuirani generatori sa jedne strane poboljšavaju performanse sistema, a sa druge strane povećavaju probleme u mreži ako nisu pravilno određene njihove veličine, mjesta postavljanja i zaštitna oprema. Kao najvažniji uticaj, izdvaja se uticaj na regulaciju napona. Vrijednost napona tokom normalnog pogona distributivne mreže može se regulisati uz pomoć automatskih regulatora napona na energetskim transformatorima, kondenzatorskih baterija i booster transformatora (regulatorima napona).

Svi postupci regulacije napona su bazirani na pretpostavci da vrijednost napona opada od početka ka kraju izvoda. Međutim, priključenjem DG-a dolazi do promjena profila napona, tako da DG tokom nižih opterećenja može prouzrokovati pojavu prenapona. Jedna od provjera distribuiranog generatora je da pri maksimalnom opterećenju napon krajnjeg potrošača ne pređe minimalno dozvoljeni napon, a pri minimalnom opterećenju napon potrošača najbližeg napojnoj transformatorskoj stanici ne prelazi maksimalno dozvoljenu vrijednost.

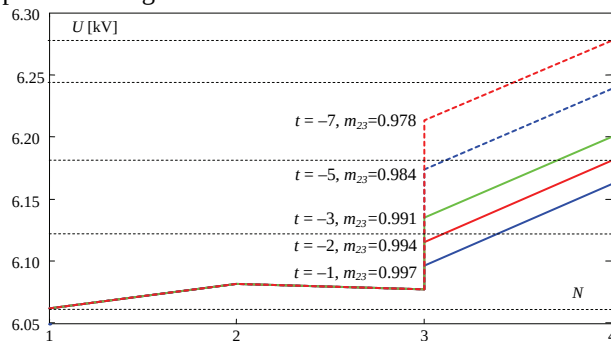
Ako je udio snage proizvedene od DG-a visok, može doći do: pojave napona višeg od maksimalno dozvoljenog radnog napona $U_{\max,r}$, toka snage u suprotnom smjeru (od DG-a ka napojnoj mreži), što može dovesti do struje veće od maksimalno dozvoljene struje $I_{\max,r}$ i preopterećenja energetskog transformatora snagom većom od naznačene S_{nT} .

Ukoliko je DG postavljen neposredno iza naponskog regulatora, može doći do poremećaja u radu regulatora. Ovo se dešava kada je fider veoma opterećen, a generator generiše znatan udio snage potrebne potrošačima. Naponski regulator vidi slabo opterećen fider, te usled toga postavlja napon na nižu vrednost nego što bi trebalo i samim tim snižava cijeli napon do kraja fidera. Takođe, moguća je pojava inverznog rada naponskog regulatora usled promijenjenih tokova snaga, Slika 1 [4].



Slika 1 – Inverzni režim rada naponskog regulatora, reaktivna snaga teče od napojne stanice, dok aktivna dolazi od strane DG

Na jednostavnoj distributivnoj mreži koja se sastoji iz 4 čvora, naponskog regulatora, jednog generatora i 3 potrošača, pokazano je kako usled inverznog rada NR, dolazi do povećanja napona na strani DG, Slika 2. Ova pojava nastaje zbog fiksiranog napona primarne strane (korijen mreže) i NR koji pokušava usled obrnutog primara i sekundara nametnuti set point na primarnoj strani. Pozicija regulacione sklopke će se smanjivati sve dok ne dođe do poslednje pozicije regulatora, a napon će rasti i probijati granice iako regulator automatski pokušava da ga vrati.



Slika 2 – Naponski profil kada je DG uključen u čvoru 4 – pozicije regulacione sklopke: $t = -1, -2, -3, -5, -7$

4. PROBLEMI U RADU DISTRIBUIRANIH GENERATORA

Moderne distributivne mreže su agregacija potrošačkih čvorova, zaštitne opreme i napojnih čvorova. U današnje vrijeme, kada je sve veći broj DG u mreži, potrebno je pažljivo osmisliti priključenje svakog DG. Veoma važan uslov da bi se generator mogao povezati na distributivnu mrežu jeste mogućnost generatora da detektuje pojavu ostrvskog rada. Ostrva u distributivnim mrežama nastaju tako što dio mreže postane električno izolovan od ostatka sistema, još uvijek ostajući pod naponom usled DG koji se nalaze baš u tom ostrvu. Da bi se spriječilo oštećenje distribuiranih generatora, potrebno ih je diskonektovati iz ostrva, po mogućnosti u roku od 100-2000 ms. Da bi se to postiglo, svaki DG mora biti opremljen sa uređajem koji detektuje ostrvski režim rada (anti-islanding device). Najpopularniji uređaji koji se koriste u ovu svrhu su: pod/preko frekventni, pod/preko naponski i njihove varijacije.

Distribuirani generatori mogu uticati nepovoljno na kvalitet električne energije. U nekim slučajevima može doći do ciklične promjene u izlaznoj struji generatora što može dovesti do smetnji „treperenja“, tj. flikera ako generator nije adekvatno izabran. Ovo je najviše izraženo kod vjetroelektrana. Kada se u maloj elektrani koriste energetski pretvarači, moguće je generisanje struja viših harmonika u mrežu.

Konstantna potreba za efikasnijim tehnologijama sa smanjenim uticajima na okolinu počela je uticati i na proces angažovanja jedinica iz prenosne mreže zajedno sa angažovanjem malih jedinica iz distributivne mreže. To znači da je potrebno uskladiti planiranje, eksploataciju i dispatch dosadašnjeg tradicionalnog sistema i olakšati sva njegova zaduženja uvođenjem distribuiranih generatora. Različiti distribuirani generatori imaju i različite cijene

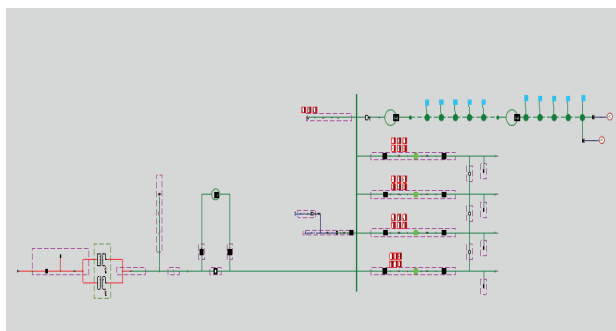
zavisno od tipa tehnologije koju generator koristi, od njegove efikasnosti, snage, goriva (obnovljivog izvora), cijene održavanja i instaliranja. DG koji služe za rezervno napajanje se savršeno uklapaju u profil DG koji se koriste u dispatchingu distribuiranih mreža, ali problem nastaje usled promjenljivost i nestabilnosti izvora distribuirane energije, poput promjenljive brzine vjetra, različite osunčanosti, nedovoljne snage vode, itd.

5. SIMULACIJE UTICAJA DISTRIBUIRANIH GENERATORA NA RAD NAPONSKIH REGULATORA, VERIFIKACIJA MODELA

Na primjeru distributivne mreže koja se sastoji iz:

- deset potrošača snage od po 2000 + j1000 kVA,
- deset sekcija,
- dva naponska regulatora, na početku i na sredini izvoda,
- dva generatora, gde je jedan vjetrogenerator promjenljive brzine (DG1), a drugi običan distribuirani generator konstantne snage (DG2).

prikazan je uticaj distribuiranih generatora na naponske regulatore. U zavisnosti od režima razmatrane distributivne mreže, vrijednost pozicije NR je dobijena u na osnovu proračuna tokova snaga, tako da se na sekundaru naponskih regulatora ostvari napon najbliže moguće željenim vrednostima (u skladu sa set point vrednošću napona 122 V). Maksimalna i minimalna vrednost napona su 125 i 119, respektivno. Svi primjeri su realizovani u programskom jeziku Matlab.



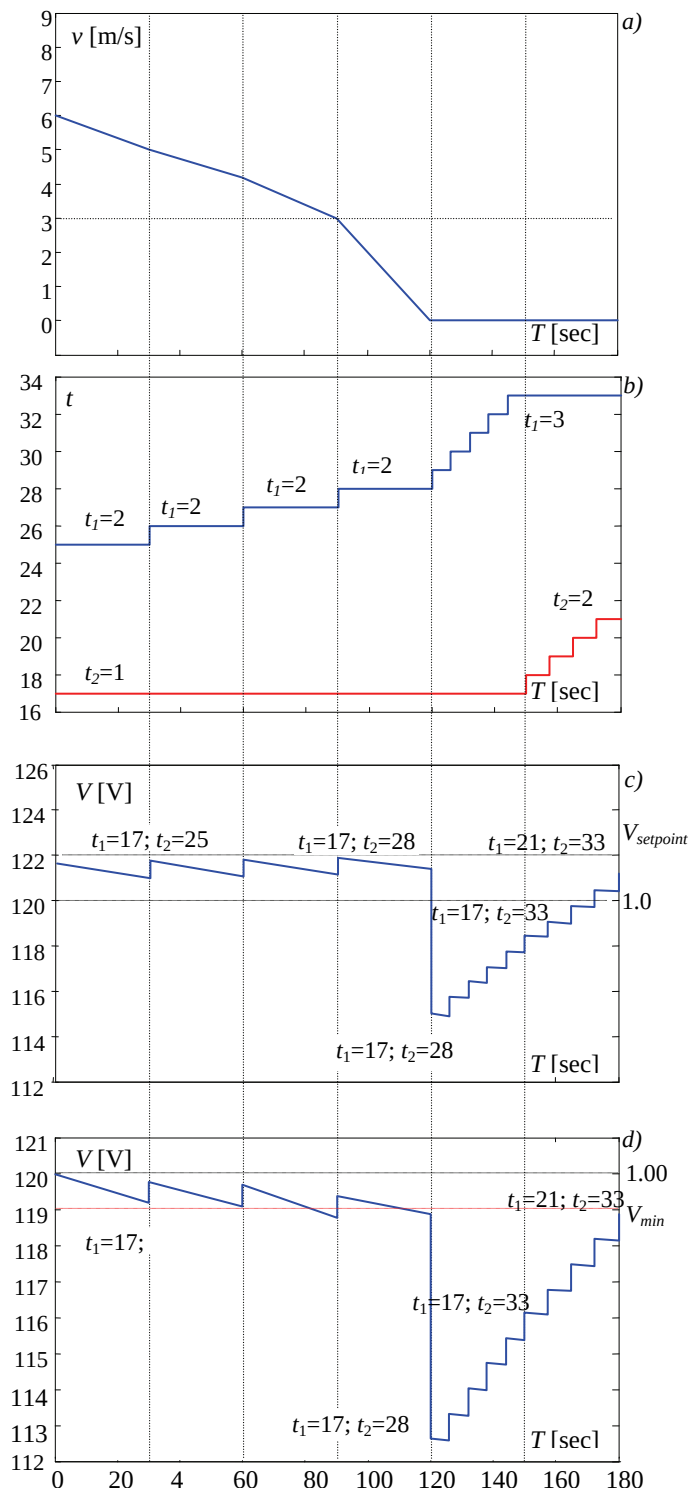
Slika 3 – Test mreža

Primjer:

U trenutku $T = 0$ sec, brzina vjetra je maksimalna i iznosi 6 m/sec. Pozicija regulacione sklopke NR1 je 17, dok je pozicija regulacione sklopke NR2 25. Usled smanjenja brzine vjetra do trenutka $T = 120$ sec, kada iznosi 0 m/sec, NR2 podiže poziciju sa 25 na 28 da bi održao napon u dozvoljenim granicama. NR1 nema potrebu da reaguje i ostaje na neutralnoj poziciji ($t_1 = 17$). U trenutku $T = 120$ sec ispaio je i drugi DG i dolazi do naglog smanjenja napona na svim potrošačima. Usled toga, NR2 podiže poziciju regulacione sklopke sa 28 na 33, što je i njegova maksimalna pozicija. U trenutku $T = 150$ sec, pozicija NR2 je 33, a pozicija NR1 je još uvijek 17. Naponski profil i dalje nije popravljen na krajnjim potrošačima, te NR1 reaguje i od trenutka $T = 150$ sec do trenutka $T = 180$ sec podiže poziciju sa 17 na 20, Slika 3.

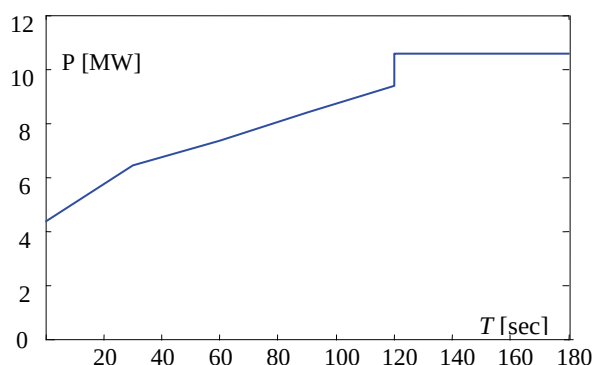
Sa slike se vidi uticaj smanjenja brzine vjetra na smanjenje napona duž izvoda. Usled smanjenja brzine

vjetra dolazi smanjenja injektirane snage iz generatora, povećanje dolazne snage iz mreže, smanjenja napona u svim čvorovima i reagovanja naponskih regulatora da bi se naponi vratili u definisane granice.



Slika 4: a) – Promjena brzine vjetra, b) – Pozicija regulacione sklopke za NR1 i NR2, c) – Naponski profili na sekundarnoj strani NR21 pri ispadu oba generatora, d) – Naponski profil u čvoru $N=13$ pri ispadu oba generatora

Snaga na sekundarnoj strani naponskog regulatora data je na slici 5.



Slika 5 – Aktivna snaga na sekundarnoj strani NR

6. ZAKLJUČAK

Uprkos svim prednostima koje donosi razvoj distribuiranih izvora energije, ovakve tehnologije još uvek nisu u velikoj upotrebi. Mnoga istraživanja su dokazala da distribuirani izvori energije ne bi bili pouzdani i sigurna zamjena za velike, centralizovane elektrane, jer je mala vjerovatnoća da bi oni uspjeli nadomjestiti svu potrebnu energiju u urbanim sredinama. Pored toga, činjenica da mali modularni generatori mogu biti jeftiniji i efikasniji ne mijenja činjenicu da velike elektrane povoljno utiču na prenosnu mrežu i, naročito ako su blizu mjesta potrošnje, imaju veliku efikasnost i male gubitke. Takođe većina njih ne može učestvovati u dispatch-u, jer se ne zna njihova proizvodnja u narednom periodu, zatim tehnologije koje koriste nisu dovoljno ispitane, mada se u posljednje vrijeme sve više i više radi na tome i treće njihov rad može uticati na već postojeću mrežu i zahtijevati njeno strukturno mijenjanje. Što se tiče povoljnih uticaja na jedan EES, tu se akcenat stavlja na popravku naponskog profila. Samo jedan DG dovoljne snage može znatno uticati na profil napona na dijelu fidera na koji je postavljen. Sa druge strane, taj isti DG može dovesti do narušavanja granica napona time što usled postavke, naruši gornju granicu dozvoljenog napona u čvoru. DG smanjuju i gubitke u mreži, smanjuju opterećenja vodova i napojnih transformatorskih stanica, omogućavaju olakšanu rekonfiguraciju mreže, jer oni sami mogu neko vrijeme da održavaju napon u izolovanom dijelu. Isti slučaj je i sa ispadima koji se javljaju u mreži.

DG su najjeftinije rešenje pri vršnom opterećenju. Pri postojanju DG ne mora (nikako ili minimalno) se uvoziti energija iz okolnih država i naplaćivati po znatno skupljoj cijeni. U slučaju generisanja više energije nego što je tog trenutka potrebno, sva energija se može koristiti za punjenje baterija u energetske skladištima pa koristiti po potrebi.

Nepovoljni uticaji DG su gubitak sinhronizma i koordinacije u relejnoj zaštiti usled dvosmjernog toka snage, pojava viših harmonika i flikera napona, nestabilnost sistema usled velikog injektiranja od strane distribuiranih generatora i neupravljivost, kao i manjak informacija o prognozi rada generatora.

7. LITERATURA

- [1] Dr Vladica Mijailović: Distribuirani izvori energije – Princip rada i eksploatacioni aspekti, Akademski misao, Beograd, 2011
- [2] Richard F. Hirsh, Benjamin K. Sovacool, Ralph D. Badinelli, Distributed Generation and Momentum Change in the American Electric Utility System: A Social-science systems Approach, Electric Power Networks Efficiency and Security, 2005.
- [3] Joris Soens, Impact of wind energy in a future power grid, Katholieke univerzitet u Levenu, Belgija, decembar 2005.
- [4] Lj.Kojovic: Impact of DG and voltage regulator interaction on distribution system voltage regulation, CIRED, Season 4 paper No. 31, Barcelona 12-15.05.2003

Kratka biografija:



Monika Bratić rođena je u Mostaru 1988. godine, završila je gimnaziju „Golub Kureš“ u Bileći, Diplomski – bachelor rad je odbranila na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2010. godine, kao i master rad 2012. godine iz oblasti Elektrotehnike i računarstva (energetika).

**PROJEKAT BETONA ZA POSLOVNI OBJEKAT
„AQUA PARK – WELLNESS CENTAR “ BANJA JUNAKOVIĆ“****PROJECT OF CONCRETE FOR BUSINESS BUILDING
„AQUA PARK – WELLNESS CENTER “ BANJA JUNAKOVIĆ“**

Damjan Petković, Mirjana Malešev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada je projekat betona za gradilište. Predmetni objekat je poslovno-rekreativni objekat „Aqua park – wellness centar“ u Apatinu. Rad se sastoji iz dva dela, teorijsko – istraživačkog dela u kome su analizirane mogućnosti za obezbeđivanje vodonepropustljivosti mesta prekida betoniranja; i stručnog dela koji obuhvata: opis konstrukcije objekta, projekat betona za predmetni objekat, projekat betona izvođača radova – izvedeno stanje, komparativnu analizu planiranih i izvedenih radova i zaključake.

Abstract – The topic of this paper is the Project of concrete for RC structure of business and recreation building in Apatin. The paper consists of two parts:

1) Theoretical-research part, whose main theme is waterproofing of joints in concrete and
2) Expert part that encircles the main data of object, project of concrete for the objective building, project of concrete which was made by contractor – built case, the comparative analyze of planned and built works and conclusion.

Ključne reči: projekat betona, vrste betona, klase betona, dinamički plan, partije betona, kontrola kvaliteta, oplata, zaptivne trake, sistem "bele kade".

**1. MOGUĆNOSTI ZA OBEZBEĐENJE VODONE-
PROPUSTLJIVOSTI MESTA PREKIDA
BETONIRANJA I PRODORA INSTALACIJA**

U okviru teorijsko - istraživačkog rada razmatrane su metode za obezbeđivanje vodonepropustljivosti na mestima prekidanja i nastavljanja betoniranja formiranih u betonskim elementima.

1.1. Uvod

Betoniranje betonskih elemenata zahteva prekidanje betoniranja iz tehnoloških ratloga i radi smanjivanja negativnog efekta skupljanja betona. Kao posledica skupljanja betona u masi betona se javljaju mikroprrsline koje negativno utiču na vodopropustljivost. Mesta na kojima se prekida betoniranje nazivaju se radne razdelnice. Ova mesta su veoma osetljiva mesta u konstrukciji u pogledu vodonepropustljivosti i na njima može da se javi problem procurivanja vode.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, vanredni profesor .

Ovaj problem je naročito izražen u konstrukcijama kao što su: podrumski zidovi i podovi, rezervoari za vodu, objekti za prečišćavanje otpadnih voda, kanali, tuneli.

1.2 Oblikovanje razdelnica

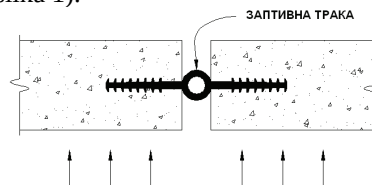
Pravilnim oblikovanjem radnih razdelnica teži se da se produži put kretanja vode kroz kapilarne pore. U poprečnom smislu, dužina razdelnica treba da bude što veća. Ovo se postiže postavljanjem dodatnih delova oplata od drvenih dasaka sa prikucanim horizontalnim letvicama trougaonog preseka.

Radne spojnice se mogu podeliti na:

1. Konstruktivne spojnice (construction joints) i
2. Dilatacione spojnice (Expansion joints)

1.3 Zaptivne trake

Zaptivne trake predstavljaju prefabrikovane elemente – trake koje se ugrađuju na mestima prekidanja betoniranja. Njihova glavna funkcija je da spreče prodor vode ili hemikalija sa jedne strane na drugu stranu betonskog elementa (slika 1).



Slika 1: Zaptivna traka

Zaptivne trake izrađuju se od različitih materijala, brojnih vrsta, oblika i veličina. Izbor oblika koji će biti ugrađen u razdelnicu određuje se u zavisnosti od toga da li je razdelnica konstruktivna ili dilataciona. Zaptivne trake za primenu kod dilatacionih razdelnica imaju u sredini preseka cevčicu čija je uloga da ublaži efekte pomeranja koji mogu da nastanu usled eksploatacionih opterećenja, temperaturnih promena i drugih uticaja.

Najširu primenu imaju zaptivne trake od PVC-a, neoprenske gume kao i trake od bubrećih materijala (bentonit, hidrofilik). Trake od PVC-a i neoprenske gume upotrebljavaju se kod betonskih elemenata koji se izvode na licu mesta, dok se bubreće trake koriste i u drugim slučajevima kao što su prodori kroz betonske elemente. Pri ugradnji zaptivnih traka važna je kontrola rada, koja podrazumeva da se pažljivo nadgleda pozicioniranje trake u elementu u kom treba da ostane tokom čitavog procesa betoniranja. Obezbeđivanje pravilnog položaja trake ostvaruje se njenim vezivanjem uz pomoć žice za armaturu.

Bubreće trake se direktno pričvrste na ivicu izbetoniranog elementa. U kontaktu sa vodom iz betonske smeše, pri betoniranju drugog segmenta, dolazi do bubrenja

materijala koji potom popunjava sve šupljine unutar spojnice i tako se formira vodonepropusna barijera.

1.4. Sistem „Bele kade“

Sistem "bele kade" je sistem gde armiranobetonska konstrukcija, pored noseće funkcije, vrši i funkciju hidroizolacije. Kako bi se ostvarila funkcija sistema "bele kade" potrebno je osigurati da konstrukcija bude izrađena od vodonepropusnog betona, da konstruktivni elementi budu dovoljne debljine, da konstrukcija bude projektovana i izvedena na način da tokom svog veka trajanja ne dođe do nastanka pukotina i da svi radni spojevi i prodori budu hidroizolovani na odgovarajući način. Sistem "bele kade" je svoj naziv dobio po betonu koji je svetle boje, za razliku od crne bitumenske hidroizolacije i vrši funkciju vodonepropustljivosti objekta.

Sastav vodonepropustljivog betona se projektuje tako da budu zadovoljeni sledeći kriterijumi: maksimalan prodor vode se ograničava na 5cm za normalne uslove korišćenja, tj. na 3cm za strožije uslove; vodocementni faktor se ograničava na 0,6 za betonske elemente debljine do 40cm, i 0,7 za elemente debljine veće od 40cm; minimalna marka betona MB25; upotreba manje količine cementa do 340 kg/m³; povoljniji su sporo očvršćavajući cementi sa malom toplotom hidratacije i manjim skupljanjem; referentna granulometrijska kriva treba da bude u području A/B i najkrupnija frakcija agregata do 16/32mm; sadržaj sitnih čestica mora biti pravilno doziran; doziranje aditiva–plastifikatora i superplastifikatora kod betona sa niskim vodocementnim faktorom.

Definišu se klase upotrebe i klase korišćenja:

Klasa upotrebe 1 – slučajevi kada je konstrukcija izložena pritisku podzemne vode i akumulirane procedne vode

Klasa upotrebe 2 – slučajevi kada se javlja samo vlažnost tla bez akumulirane procedne vode

Klasa korišćenja A - ne dozvoljava se nikakav prodor vode kroz konstrukciju, ni kroz beton ni kroz razdelnice

Klasa korišćenja B – vlažna područja u betonskim površinama su dopuštena, ali ne i veći prodori vode.

2. PROJEKAT BETONA ZA OBJEKAT "AQUA PARK –WELLNESS CENTAR"

Projekat betona je elaborat tehnološkog karaktera čijom primenom treba da budu osigurana dva osnovna cilja: obezbeđenje svih zahteva postavljenih kroz projekat konstrukcije kao i blagovremeno planiranje svih aktivnosti koje su u vezi sa pomenutim zahtevima, kako bi se isključila potreba i mogućnost improvizacija u fazi izvođenja radova i time izbegle eventualne štetne posledice vezane za propuste u organizaciji i tehnologiji.

2.1. Osnovni podaci o predmetnom objektu

Višespratni objekat (Su+P+1+T) namenjen je rehabilitacionim, rekreativnim, zabavno-sportskim sadržajima. U okviru kompleksa nalaze se plivački centar sa bazenima, terapijski i saunski centar, poslovni deo i deo namenjen plastičnoj hirurgiji.

Kompleks se sastoji iz glavnog objekta i spoljašnjeg dela sa bazenima. Objekat pravougaonog oblika, neto površine 6.521,7 m².

Fundiranje objekta je izvršeno AB temeljnoj ploči debljine 45 cm, i 25cm (spoljašnji deo) koja je izvedena na sloju tampon šljunka, na koti -4,50.

Za konstruktivni sistem usvojen je AB skelet sa ukrucenjima. Objekat je "razuđenog" sadržaja sa delovima u kojima se nalaze bazeni različitih dubina. Oblici samih bazena i njihov položaj u okviru objekta su veoma neujednačeni, pa nije uvedena neka zakonitost u vidu jednakih rastera. Vertikalni noseći elementi su stubovi kvadratnog poprečnog preseka (dimenzija 40x40, 70x70cm) kao i AB zidovi (d=25cm i 20cm) koji su sastavni delovi liftovskih jezgara i delova fasade. Visina stubova je različita po etažama. Međuspratne ploče projektovane su kao pune armirano betonske ploče debljine 25cm, koje su nepravilnog oblika zbog predviđenih otvora na mestima bazena. Bazenske ploče su armiranobetonske debljine 25cm. Krovna konstrukcija objekta je standardna drvena krovna konstrukcija.

Spoljni zidovi su projektovani kao „sendvič zidovi“ i sastoje se od: opekarskog bloka d=19cm, termoizolacije "tervol" d=5cm i spoljne obloge od opeke d=12cm. Finalna obrada fasade je malter u boji prema izboru odgovornog projektanta (slika 2).



Slika 2. Izgled objekta

2.2. Definisanje kategorija, klase i vrste betona

Ukupna količina betona, koju je potrebno ugraditi u predmetni objekat, prema proračunu, iznosi 3341,5m³. Fabrika betona nalazi se van gradilišta i zbog toga se primenjuje transportovani betoni, pa saglasno BAB 87 u okviru ovog objekta svi primenjivani betoni pripadaće kategoriji B.II. U odnosu na uslove koji su vezani za betonsku konstrukciju (elemente) definisane su klase betona, a zatim i vrste – sastavi betona, sračunavanjem vrednosti nominalno najkrupnijeg zrna agregata za elemente konstrukcije sa najvećom količinom armature, prema članu 10 PBAB-a 87, izborom načina ugrađivanja betona i zahtevom za postizanje vodonepropustljivosti. Zaključeno je da će se AB konstrukcija objekta izvesti od tri klase betona: klasa A (MB30), klasa B (MB30 + VDP), (tabela 1) i klasa C (MB30, montažni elementi). U okviru klase A razlikuju se tri vrste betona, a u okviru klase B takođe tri vrste i u okviru C jedna vrsta (tabela 1).

Tabela 1. Klase i vrste betona sa oznakama receptura

Klasa betona	A			B			C
Vrsta betona	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1

Primenjene oznake imaju sledeća značenja:

A1 - MB 30, trofrakcijski agregat D_{max}=16,0cm, pumpani beton-tečna konzistencija

- A2** - MB 30, četvorofrakcijski agregat $D_{max}=31,50\text{cm}$, plastična konzistencija
A3 - MB 30, četvorofrakcijski agregat $D_{max}=31,50\text{cm}$, pumpani beton - tečna konzistencija
B1 - MB 30, trofrakcijski agregat $D_{max}=16,00\text{cm}$, vodonepropusan, pumpani beton-tečna konzistencija
B2 - MB 30, četvorofrakcijski agregat $D_{max}=31,50\text{cm}$, vodonepropusan, plastična konzistencija
B3 - MB 30, četvorofrakcijski agregat $D_{max}=31,50\text{cm}$, vodonepropusan, tečna konzistencija
C1 - MB 30, četvorofrakcijski agregat $D_{max}=31,50\text{cm}$, plastična konzistencija

2.3. Projektovanje sastava betona

Za sastavljanje betonskih receprura polazi se od podataka o komponentalnim materijalima (cement, agregat, voda, aditivi) za koje su urađena laboratorijska ispitivanja i za koje je ustanovljeno da ispunjavaju sve potrebne uslove kvaliteta i da se mogu koristiti za spravljanje betona.

Računski sastavi betonskih mešavina za izradu prethodnih proba odabrani su na osnovu sledećih uslova:

- voda je usvojena prema zahtevanoj konzistenciji,
- količina cementa iz vodocementnog faktora koji se dobija iz obrasca Bolomeja:

$$f_{b,28}=A \times f_{p,c} \times (1-0,5\omega) / \omega \quad (1)$$

pri čemu je $f_{b,28}=MB+8\text{MPa}$,

- količina hemijskog dodatka – superplastifikatora, prema preporuci proizvođača,
- količina uvučenog vazduha $\Delta p=2\%$.
- količina agregata iz sume apsolutnih zapremina komponentnih materijala u 1m^3 betona.

Računski sastavi betonskih mešavina prikazani su u tab.2.

Tabela 2. Računski sastavi betonskih mešavina, kg/m^3

Oznaka	m_c	m_v	m_{ad}	m_a			
				$m_{a,I}$	$m_{a,II}$	$m_{a,III}$	$m_{a,IV}$
A/1	400	201	4,0	917	312	502	/
A/2	358	180	/	679	214	375	518
A/3	378	190	/	715	227	331	471
B/1	400	201	4,0	915	311	501	/
B/2	358	144	5,7	710	224	393	542
B/3	338	136	5,4	650	248	401	611
C/1	358	180	/	617	272	381	545

Konačni sastavi se određuju na osnovu eksperimentalnih rezultata. U okviru eksperimentalne provere, pored računске, spravljaju su još po dve betonske mešavine za svaku vrstu betona, čiji su sastavi dobijeni na sledeći način: varira se količina cementa za $\pm \Delta m_c$ (obično 20-40kg) u odnosu na proračunsku vrednost, količina vode se zadržavala ista, a količina agregata se određuje iz sume apsolutnih zapremina. Konačni sastavi betonskih mešavina određuju se na osnovu rezultata ispitivanja 28-dnevne čvrstoće pri pritisku i iz uslova: $f_{km} \geq MB+8\text{MPa}$.

2.4. Plan betoniranja, način transporta i potrebna oprema

Spravljanje betona se predviđa u fabrici betona "Somborelektro" u Somboru. Kapacitet predmetne fabrike betona je $21\text{m}^3/\text{h}$. Spoljašnji transport sveže betonske mase vrši se automikserima nosivosti $6,0-9,0\text{m}^3$. Fabrika betona poseduje 6 automiksera: 2 automiksera kapaciteta 9m^3 i 3 automiksera kapaciteta 6m^3 . Prosečna brzina kretanja vozila iznosi oko 40km/h . Udaljenost fabrike

betona od gradilišta je 20km . Transport betona od fabrike betona do mesta ugrađivanja prosečno traje 30 minuta.

Za unutrašnji transport betona koristiće se auto-pumpa za beton i toranjski kran. Časovni učinak auto-pumpe je $120\text{m}^3/\text{h}$. Toranjska dizalica (kran) vrši unutrašnji transport sveže betonske mase pomoću korpi za beton - kibli, zapremine $0,5\text{m}^3$ i to direktnim pretovarom iz auto-mešalice. Časovni učinak kрана je $6-10\text{m}^3/\text{h}$.

Za zbijanje (kompaktiranje) betona u svim slučajevima primenjujuće se električni pervibrator, tipa „DYNAPAC“ AX 48“. Za završnu obradu (izravnavanje) gornje površine ploča koristiće se vibro letve širine $4,25\text{m}$ tipa „DYNAPAC BR 62“.

Betoniranje AB temeljne ploče debljine 45cm izvodi se tako što se njena površina deli na trake koje treba betonirati po njihovim dužinama. Radovi se izvode po lamelama između kojih se ostavljaju „čepovi“ koji se naknadno betoniraju. U betonsku ploču ugrađuje se $771,28\text{m}^3$ a za njeno betoniranje potrebno je angažovati sledeću raspoloživu opremu: 5 automiksera, auto-pumpu za beton, 2+1 rezervni dubinski vibrator i jednu vibroletvu.

2.5. Faze betoniranja

Poznavanjem kapaciteta fabrike betona, raspoložive mehanizacije, opreme i količine betona, određene su faze betoniranja za sve delove objekta. Takođe, definisana su mesta na kojima se vrši prekid betoniranja i debljine slojeva betoniranja. Betoniranje svake od međuspratnih ploča objekta podeljeno je u dve faze pri čemu se betoniranje vrši u jednom sloju po trakama unapred definisane širine. Zidovi suterena betoniraju se u sedam faza. Na mestima prekidanja betoniranja obodnih zidova, kao i na vezi zidova i temeljne ploče ugrađuju se zaptivne trake radi obezbeđivanja vodonepropustljivosti. Zidovi svake sledeće etaže betoniraju se u tri faze. Dinamički plan betonskih radova rađen je u programskom paketu Microsoft Office - Microsoft Office Project 2003.

Partije betona formirane su prema pravilima koja podrazumevaju da količina betona u jednoj partiji ne treba da bude veća od one količine koja može da bude ugrađena u roku 30 dana. Na osnovu dinamičkog plana izvođenja betonskih radova, formirano je 20 partija za kontrolu saglasnosti sa uslovima iz projekta konstrukcije. Kontrola postignute MB se sprovodi prema kriterijumima 1 i 3.

2.6. Oplate i skele, i terminsko oslobađanje konstrukcije

Pri izvođenju objekta upotrebljena je jedna vrsta oplate, tzv. opšivke-delovi oplate (klasična drvena građa-drvene grede $10/12/400\text{cm}$ na razmaku od 60cm i tzv. blažujke, vodootporne šperploče debljine 20mm , a kod zidova skloništa 50mm). Unutrašnje površine oplata moraju da budu čiste i prema potrebi premazane nekim zaštitnim sredstvima.

Uzimajući u obzir odredbu BAB 87, kao i temperature vazduha u periodu izvođenja betonskih radova, kao i dinamiku betoniranja, oslobađanje stubova i zidova od oplata je predviđeno nakon 3 dana od betoniranja istih, a oslobađanje međuspratne konstrukcije, nakon 21 dana od betoniranja.

3. PROJEKAT BETONA PREDMETNOG OBJEKTA – IZVEDENO STANJE

3.1. Definisanje kategorija, klasa i vrsta betona

S obzirom da se u ovom slučaju radi o betonu kategorije B.II koji se proizvodi u fabrici betona i odabranim sredstvom spoljašnjeg transporta dovozi na gradilište, moraju se uraditi prethodna laboratorijska ispitivanja radi određivanja sastava ovih betona.

Fabrika betona je za spravljanje betonskih mešavina koristila isprojektovane recepture za beton koje se najčešće primenjuju u njihovoj praksi. U elaboratu su date dve vrste receptura koje se koriste za betoniranje na licu mesta i jedna receptura za betoniranje montažnih elemenata. Recepture su rađene sa trofrakcijskim agregatom, s tim da se kod jedne zahteva svojstvo vodonepropusnosti za beton. U tabeli 3 date su predviđene recepture (gotove recepture izvođača radova).

Tabela 3. Gotove recepture izvođača radova

Recepture		
31-2	31-2/vdp	30-0

3.2. Plan betoniranja- izvedeno stanje

Prilikom kreiranja dinamičkog plana za betoniranje pojedinih konstruktivnih elemenata uzet je u obzir kapacitet i učinak mehanizacije koju poseduje fabrika betona "BUDUĆNOST" Novi Sad kao i količina skela i oplata koja je na raspolaganju za betoniranje međuspratne A.B ploče.

3.3. Faze betoniranja

AB temeljna ploča betonirana je u jednoj fazi i u jednom sloju, bez traka. AB međuspratne ploče su betonirane pumpanim betonom svaka u po jednoj fazi, bez traka. Za betoniranje vertikalnih AB elemenata nisu definisane faze po etažama. Radovi na betoniranju AB konstrukcije glavnog objekta su izvedeni u periodu 18.08.2008.–31.03.2009. Radi kontrole saglasnosti sa uslovima projekta konstrukcije ugrađenog betona u tom periodu, definisano je 8 „partija betona“. Kontrola je izvršena po kriterijumima 1. U svim partijama, izuzev dva uzorka sedme partije je postignuta projektovana MB.

3.4. Terminsko oslobađanje konstrukcije od oplata

Za izvedeno stanje predmetnog objekta ne postoji detaljan i precizan terminski plan oslobađanja konstrukcije od oplata, tj. skele. Do nepotpunih podataka se može doći iz građevinskog dnevnika- dnevnika rada.

4. KOMPARATIVNA ANALIZA

Prilikom sastavljanja betonskih mešavina, odnosno određivanja klasa i vrsta betona u poglavlju 2, nominalno najkrupnije zrno agregata određeno je na osnovu gustine i rasporeda armature u pojedinim elementima. Ovakva analiza nije data i u elaboratu za izvedeno stanje u poglavlju 3, već su za potrebe betoniranja pojedinih elemenata konstrukcije upotrebljeni betoni unapred definisani prema postojećim, standardnim recepturama iz proizvodnog programa fabrike betona AD „BUDUĆNOST“. U poglavlju 2 daje se detaljan plan betoniranja kroz faze betoniranja uzimanjem u obzir raspoloživu mehanizaciju, opremu i kapacitete. U poglavlju 2 je početak radova 22.09.2008., a završetak

istih, prema dinamičkom planu radova je 20.04.2009. Predviđa se odvijanje većeg dela radova u zimskom periodu za koje se daju mere za negu betona. U poglavlju 3 se navodi da su betonski radovi započeti 30.09.2008, a završeni 1.10.2009. Razlika u završetku betonskih radova u poglavlju 2 i u poglavlju 3 nastaje zbog prekida betoniranja u zimskim mesecima koji se javlja u poglavlju 3. S obzirom na sva pravila za formiranje partija betona, tj. da količina betona u jednoj partiji ne treba da bude veća od one količine koja može da bude ugrađena u roku od mesec dana, definisano je 20 partija betona. U poglavlju 3, partije betona su formirane bez poštovanja odredbi Pravilnika BAB 87 o načinu formiranja partija betona radi kasnije ocene opstignute MB. Partije betona u ovom elaboratu obuhvataju betone koji se međusobno razlikuju po sastavu i koji su ugrađivani u periodu dužem od mesec dana. U elaboratu nisu pronađeni podaci o ocenjivanju vodonepropustljivosti betona na osnovu uzimanja neophodna tri uzastopna uzorka za svaku partiju betona kod koje se ovo svojstvo zahteva.

5. ZAKLJUČAK

Pravilno, kvalitetno i ekonomski najpovoljnije izvođenje betonskih radova na objektu zahteva prethodno planiranje svih aktivnosti koje se usklađuju sa zahtevima projekta objekta. Potrebno je imati izrađen kako dinamički plan, tako i projekat betona. Planiranjem najpovoljnijih tehnoloških rešenja i organizacijom svih radova mogućnost eventualnih propusta se svodi na najmanju moguću meru, isključuje se potreba za improvizacijama i ostvaruje se završetak radova u planiranim vremenskim okvirima.

6. LITERATURA

- [1] Mihailo Muravljov, "Osnovi teorije i tehnologije betona", *Građevinska knjiga*, Beograd, 2000.
- [2] Milan Trivunić i Zoran Matijević, "Tehnologija i organizacija građenja", Novi Sad, 2004.
- [3] Beton i armirani beton prema BAB 87, *Građevinski fakultet univerziteta u Beogradu*, Beograd, 2004.
- [4] Građevinski materijali, *Građevinska knjiga*, Beograd, 2000.

Kratka biografija:



Damjan Petković rođen je u Novom Sadu 1980. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva- teorija i tehnologija betona odbranio je januara 2012.god.



Mirjana Malešev rođena je u Zmajevo 1958. god. Doktorirala je na Građevinskom fakultetu u Beogradu 2003 godine, a od 2008. god. je redovni profesor na FTN. Oblast interesovanja su materijali u građevinarstvu, tehnologija betona, procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija.

**PROJEKAT TEHNOLOGIJE I ORGANIZACIJE GRAĐENJA SA SINHRON PLANOM
INSTALACIJA STAMBENOG OBJEKTA****PROJECT OF TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION WITH
'SINHRON' PLAN OF BUILDING INSTALLATIONS**

Mladen Dokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su prikazani tehnički opis objekta, arhitektonsko rešenje, opis tehnologije građenja objekta, organizacija gradilišta za različite faze gradnje. Takođe su dati i detaljno objašnjeni dinamički planovi građenja objekta, metoda ciklograma, tehnika mrežnog planiranja, metoda gantograma. Date su i detaljno objašnjene šeme instalacija objekta za tipski sprat.

Abstract – This study presents the technical description, architectural design, construction technology description and site organization for the various stages of construction of the building. Here are also shown and in detail explained dynamic plans for building the object, the 'ciklogram' method, network planning techniques and the gantt chart method. This study in detail show installation scheme for standard floor of the object.

Ključne reči: Tehnologija građenja objekta, dinamički planovi, sinhron plan instalacija objekta.

1. UVOD**1.1. Projektni zadatak**

Na osnovu projekta, a prema određenim lokacijskim uslovima izraditi projekat tehnologije i organizacije građenja stambenog objekta. Sve operacije u okviru realizacije objekta obraditi po redosledu izvršenja u okviru dinamičkog plana građenja. U ovom projektu akcenat staviti i na razradu projekta i redosled izvođenja elektroenergetskih, instalacija vodovoda i kanalizacije, instalacija grejanja za jedan, tipski sprat. (Sinhron plan)

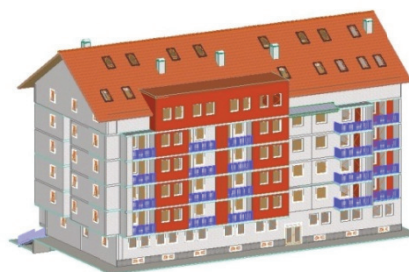
1.2. Predmet rada

Da bi se bilo koji građevinski objekat uspešno i brzo realizovao neophodno je obratiti pažnju i uzeti u obzir niz okolnosti koje obuhvata tehnologija i organizacija građenja. Dobra organizacija izgradnje objekta definiše se i planira u projektu tehnologije i organizacije građenja, a realizuje upravljanjem projektima i građenjem. Osnovi dobre organizacije procesa izgradnje objekta idu od projektovanja do izvođenja, vezani su za usklađivanje projektnih rešenja sa mogućnostima izvođenja sa ciljem ostvarivanja optimalnih rezultata. Bez planiranja i prethodnog sagledavanja odgovarajućih aktivnosti, svaka delatnost pa tako i građevinarstvo bi se odvijala sa smanjenim izgledima za postizanje ciljeva.

NAPOMENA:

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

Planiranje se u građevinarstvu odnosi na izbor tehnologije, definisanje radnih aktivnosti i njihovih uzajamnih uslovljenosti, procjenu njihovog trajanja i određivanje vremenskih termina i resursa za njihovu realizaciju.

2. TEHNIČKI OPIS OBJEKTA**2.1. Arhitektonsko rešenje**

Slika 1. Izgled objekta

2.2. Podaci o objektu

Stambeni objekat spratnosti Su+Pr+4+Po. Objekat je pravougaone osnove dužine 31 m. i širine 14 m. U sutereu je predviđen garažni prostor. Celo prizemlje je predviđeno za stanove. Na spratovima su takođe predviđene stambene jedinice. Potkrovlje se sastoji iz dva nivoa, donjeg i gornjeg, i namijenjeno je dupleks stambenim jedinicama. Krov je klasičan dvovodni sa padovima na ulicu i dvorište. Konstruktivni sistem je skeletni armirano-betonski.

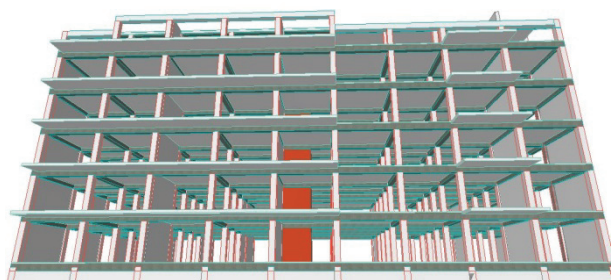
2.3. Opis konstrukcije objekta

Konstrukcija je predviđena kao skeletna armirano-betonska sa stubovima i gredama. Za ukrućenje objekta su predviđena armirano betonska platna, jer su po statičkom proračunu obavezna.

Temelj objekta je puna armirano betonska ploča $d=45$ cm. Celokupna temeljna ploča suterena se postavlja na tampon sloj šljunka debljine 30 cm. Ispod jedinstvene temeljne ploče izvodi se donja betonska podloga debljine 5 cm MB 20, kao podloga za hidroizolaciju, a zatim hidroizolacija. Iznad hidroizolacije se izvodi gornji zaštitni betonski sloj debljine 5 cm MB 20. Svi horizontalni i vertikalni elementi rade se u MB 30 i armiraju sa RA 400/ 500. Svi fasadni zidovi su debljine 25 cm, a unutrašnji 25 i 12 cm. Svi zidovi se rade punom opekama u produžnom cementnom malteru.

Međuspratna tavanica je armirano-betonska puna ploča, debljine 15 cm. Tavanica između donjeg i gornjeg nivoa potkrovlja je sistema FERT, polumontažna sa slojem betona, armirana mrežastom armaturom, ukupne debljine $16+4=20$ cm.

Stepeništa se izvode od punih armirano-betonskih kosih ploča, horizontalnih ploča (podesta) sa podesnim gredama i gazišta stepeništa. Debljina stepenišnih ploča je 14 cm. Krovna konstrukcija objekta je predviđena kao dvovodna, od suve čamove građe II klase i nagiba krovnih ravni od 30 stepeni.



Slika 2. Konstruktivno rešenje

2.4. Obrada objekta

Sve zidane i betonske površine objekta se malterišu u dva sloja produžnim cementnim malterom.

Finalna obrada svih unutrašnjih i plafonskih površina je gletovanje u dva sloja glet masom za unutrašnje radove i bojenje poludisperzijom u dva sloja tj. do potpuno izjednačenog tona obrađenih površina. Obrada zidova u kuhinjama i sanitarnim čvorovima je sa keramičkim pločicama. Pomoćne prostorije (podstanica), kao i garaže, okrečiti krečnim mlekom.

Radi se « demit » fasada. Sastav fasade je stiropor debljine $d=5$ cm koji se lepi na fasadne zidove, po uputstvu proizvođača, a zatim se ankeriše, pa malteriše sa plastičnim malterom, koji se postavlja na plastičnu mrežicu. Malter je finalno spremljen u konačnoj boji.

U stambenim površinama podovi su obrađeni keramičkim pločicama u kuhinjama i sanitarnim čvorovima, a u ostalim prostorijama klasičnim hrastovim parketom II klase.

Na ulazna i unutrašnja stepeništa kao i hodnike na svim etažama, ugrađuju se keramičke pločice otporne na habanje. Obrada podova u pomoćnim prostorijama radi se podnim keramičkim pločicama II klase.

3. OPIS TEHNOLOGIJE GRAĐENJA OBJEKTA

3.1. Zemljani radovi

Prije početka zemljanih radova izvršiti raščišćavanje terena od šiblja i korijenja, obilježavanje objekta na terenu, kolčenje, postavljanje nanosne skele, osovina i visinskih tačaka.

Kompletan mašinski iskop se vrši kopačem, učinkom $60 \text{ m}^3/\text{h}$, i zapreminom kašike od 0.50 m^3 . Iskopani materijal tovari se u kamion kiper i odvozi na deponiju.

3.2. Betonski radovi

Spravljanje betona obavlja se u fabrici betona, sa dovozom betona na gradilište automikserima. Ugradnja betona vrši

se uz pomoć pumpe za beton. Kako bi se ugradnja betona obavljala nesmetano do najudaljenijih tačaka konstrukcije, usvojen doseg pumpe iznosi 42 m. Pri betoniranju mora se voditi računa o projektovanom položaju armature, kao i o međusobnom odnosu šipki, i zaštitnom sloju betona. Beton mora zadovoljavati potrebne uslove kvaliteta i projektovane marke betona, kao i dokaz o čvrstoći na pritisak. Beton se vibrira pervibratorima. Pre, i u toku betoniranja, treba imati konstantan uvid u opšte stanje oplate.

3.3. Armirački radovi

Izrada i ugradnja armature vrši se prema statičkom proračunu i pravilniku za beton i armirani beton. Armaturu treba prethodno očistiti od rđe i prljavštine.

Armatura se dovozi na gradilište kamionom i deponuje na predviđeno mjesto. Na gradilištu nije predviđen armirački plac, već se armatura dovozi isečena i savijena. Istovar na deponiju, i transport do mjesta ugradnje se vrši pomoću toranjske dizalice. Deponije armature prikazane su na šemama organizacije gradilišta po fazama.

3.4. Zidarski radovi

Zidanje opekama mora biti čisto sa pravilnim vezama. Spojnice moraju biti ispunjene malterom, redovi potpuno horizontalni, a malter ne sme biti deblji od 1 cm. Opeka mora biti dobrog kvaliteta, oštih ivica. Pesak mora biti oštar bez organskih primesa, blata i mulja. Kreč i cement takođe moraju zadovoljavati kvalitativne propise. Malter se spravlja na gradilištu pomoću mješalice. Horizontalni transport maltera se vrši japanerima, a vertikalni transport toranjskom dizalicom. Sve malterisane površine moraju biti ravne i glatke. Zidanje i malterisanje se vrši malterom C:K:P=1:2:6.

3.5. Tesarski radovi

Oplata armiranih i nearmiranih elemenata mora biti izrađena tačno po mjerama označenim na crtežima za pojedine delove koji će se betonirati, i to sa svim potrebnim podupiračima. Upotrebljena građa mora biti suva i zdrava, II klase kvaliteta. Za sve betonske i armirano-betonske elemente, dovezena oplata je već iskrojena. Oplata mora biti sposobna da podnese teret sveže betonske mase, mora biti stabilna, otporna, ukrućena i dovoljno poduprta. Unutrašnja površina oplate mora biti ravna i mora se skidati lako, bez potresa i oštećenja konstrukcije. Građa se dovozi kamionom na gradilište. Horizontalni transport oplate obavlja se ručno, a vertikalni toranjskom dizalicom.

3.6. Izolaterski radovi

Izolaterski radovi se izvode u svemu prema normama i standardima. Hidroizolacija se postavlja na mjestima gdje se očekuje prisustvo vode i njeno djelovanje stalnog karaktera. Hidroizolacija se takođe postavlja i na svakom spratu u vidu PVC folije.

Termoizolacija (u podove, potkrovlje i dr.) se postavlja prema termičkom proračunu. Termoizolacija krova izvodi se u sloju od 10 cm, uz obaveznu ter-hartiju

3.7. Pokrivački radovi

Izrada dvovodnog kombinovanog krova vrši se sa svim predradnjama, obradom uvala, slemena i grbina. Kompletna krovna površina se padašćava čamovom daskom 24mm,

preko koje se postavlja ter hartija,« kontra »letve,letve i pokriva falcovanim crepom.

Sve uvale se izrađuju od pocinkovanog lima 0.55 mm kao i svi ostali opšivi na krovu i oluci.

4. ORGANIZACIJA GRADILIŠTA

U ovom poglavlju date su šeme organizacije gradilišta po fazama gradnje. Šeme predstavljaju grafičke prikaze gradilišta, kojima se prikazuje položaj privremenih objekata, položaj transportnih sredstava, kao i položaj deponija osnovnih materijala.

Organizacijom gradilišta određuje se prostorno i organizaciono postavljanje svih elemenata gradilišta.

Za ovaj objekat date su šeme organizacije gradilišta za sledeće faze:

- « 0 » faza - faza pripreme gradilišta,
- faza I - faza zemljanih radova i izrade temelja,
- faza II - faza izrade konstrukcije,
- faza III - faza završnih radova.

4.1. « O » Faza organizacije gradilišta

Ova faza obuhvata sve radove koji prethode izgradnji objekta. Ovim se podrazumijeva raščišćavanje terena,nakon čega se vrši postavljanje i izgradnja privremenih objekata. Takođe je potrebno organizovati i pripremiti radnu snagu za predstojeće izvršenje radova. Priključiti gradilište na vodovodnu, kanalizacionu i električnu mrežu.

4.2. Faza I organizacije gradilišta

Ovom fazom je obuhvaćen iskop zemlje na mjestu predviđenom za izradu temelja, i izrada temelja zgrade. Vrš se iskop sa utovarom za postavljanje temelja. Ispod temeljne ploče postavlja se sloj šljunka i nabija do potrebne zbijenosti. Sva iskopana zemlja se odvozi sa gradilišta kamionom kiperom i odlaže na deponiju. Armatura se dovozi isečena i savijena na gradilište.

4.3. Faza II organizacije gradilišta

Ovom fazom obuhvata se kompletna izrada konstrukcije. Ovim se podrazumijeva:postavljanje oplata, armiranje skeletne konstrukcije, betoniranje, zidanje svih delova konstrukcije od opeke, skidanje oplata, izrada međuspratne tavanice između donjeg i gornjeg nivoa potkrovlja tipa « FERT », izrada krovne konstrukcije i pokrivanje krova, malterisanje zidova, izrada cementne košuljice, grube instalacije, postavljanje izolacije i ugradnja stolarije.

5. DINAMIČKI PLANOV I GRAĐENJA

5.1 Planiranje građevinske proizvodnje

Planiranje građevinske proizvodnje podrazumijeva planiranje svih radova na izgradnji objekta počev od izrade projektnog zadatka pa sve do predaje objekta naručiocu.

Osnovni faktori građevinske proizvodnje koji su obuhvaćeni ovim pojmom su:

- radna snaga,
- predmeti rada,
- sredstva za rad,
- troškovi projektovanja i izgradnje objekta.

Pojam kadrova obuhvata cjelokupnu radnu snagu angažovanu na izgradnji objekta.

Predmet rada predstavlja materijal korišćen pri izradi objekta.

Sredstva za rad predstavljaju potrebnu mehanizaciju za transport materijala i odvijanje svih radnih operacija na izgradnji objekta.

5.2.Dinamički plan gradnje objekta

Dinamički plan predstavlja model usvojenog procesa izvođenja radova na izgradnji objekta.

Kvalitetnom organizacijom toka izgradnje dobijaju se odgovarajući parametri (vremenski rokovi, troškovi, kvalitet procesa).

Metode korišćene za modeliranje procesa izgradnje ovog objekta su metoda mrežnog planiranja i Gantovog dijagrama.

Postupak izrade dinamičkog plana sproveden je analiziranjem modela mrežnog plana.

Na osnovu opisa i količine pojedinih radova iz predmjera kao i definisane strukture modela izračunato je vrijeme trajanja pojedinačnih aktivnosti, potreban broj radnika, vrste i količine materijala za obavljanje pomenutih aktivnosti.

5.3.Mrežni plan

Tehnološki model izrade objekta koji omogućava sagledavanje međusobnih veza i uslovljenosti između aktivnosti pri izradi objekta,formiran je tehnikom mrežnog planiranja.

Pri izradi ovog projekta korišćena je strukturna analiza mrežnog plana kojom su definisane sve aktivnosti i njihove međusobne veze.

Opis aktivnosti podudara se sa šifrovanim aktivnostima u mrežnom planu.

Šifre predstavljaju pojedinačne ili zbirne aktivnosti nastale spajanjem više pojedinačnih aktivnosti.

Ovakav način prikazivanja dinamike izvođenja u mnogome doprinosi boljem razumevanju toka izgradnje,paralelizacije pojedinih aktivnosti kao i njihove povezanosti.

5.4. Planiranje na računaru

Obrada svih ulaznih podataka izvršena je na računaru upotrebom Microsoft Project 2007 programa. Kao izlazne podatke dobijamo grafički prikaz vremenske analize (Gantov dijagram)uz dodelu resursa svakoj aktivnosti pri izvođenju objekta (radnici, materijal, mehanizacija). Zavisnosti pojedinih aktivnosti definisane su mrežnim planom i ciklogramom, što će biti korišćeno pri izradi Gantovog dijagrama.

6. SINHRON PLAN IZVOĐENJA INSTALACIJA

U ovom delu rada prikazan je redosled izvođenja instalacija jednog tipskog sprata, kao i međusobna uslovljenost instalacija prilikom izvođenja istih. Kada se pominju instalacije u stambenom objektu prvenstveno se misli na instalacije vodovoda, kanalizacije, grejanja i elektroinstalacije. Sve pomenute instalacije mogu da se podele na grube i fine instalacije

Grube instalacije se izvode posle ili uporedo sa grubim građevinskim radovima. Fine instalacije se izvode posle

ili uporedo sa finim građevinskim radovima. U daljem tekstu dat je redosled izvođenja grubih i finih instalacija za jedan tipski sprat, mogućnost izvođenja više instalacija uporedo ali tako da ne dođe do zastoja u izvršenju ni jedne od planiranih aktivnosti ili nepredviđenih ukrštanja pomenutih instalacija, a sve u cilju optimizacije procesa i kvaliteta izvođenja radova.

Međuspratne konstrukcije na ovom objektu su u vidu punih AB ploča debljine 15 cm. Potrebno je nakon montaže donje zone armature AB ploče postaviti bužire za naknadno provlačenje elektroinstalacija. Takođe, potrebno je ostaviti otvore u ploči za naknadno provlačenje cevi za vodovod, kanalizaciju i grejanje. Formiranje ovih otvora vrši se prilikom montaze oplata AB ploče tako da nakon betoniranja ploče, očvršćavanja betona i demontaže oplata ostaju otvori u ploči potrebnih dimenzija i pravilne geometrije za provlačenje instalacija. Nakon zidanja svih zidova jednog tipskog sprata može se pristupiti postavljanju glavnih vertikalna od pvc cevi za vodovodne i kanalizacione vertikale. Glavne vertikale vodovodne i kanalizacione mreže se postavljaju u vertikalne kanale koji se formiraju naknadno, zidanjem. Uporedo se vrši razvod vodovodne i kanalizacione mreže u kupatilima i kuhinjama. Vodovodne cevi se polažu u zidove uz prethodnu izradu šliceva u zidovima. Kanalizacione cevi se razvode ispod plafona i ostavljaju se vertikalni izvodi za naknadno priključenje sanitarija na kanalizacionu mrežu. Prilikom izrade AB ploče takođe je potrebno ostaviti otvore u ploči za montažu priključnih PVC cevi različitih prečnika. Otvore u ploči nije potrebno zatvarati nakon postavljanja vertikalna zato što su oni sastavni delovi kanala. Otvore u ploči koji su predviđeni za vertikalne izvode za priključke sanitarija potrebno je zatvoriti purpenom oko PVC cevi nakon montaže istih. Uporedo sa izradom instalacija vodovoda i kanalizacije može se pristupiti i izvođenju grubih elektroinstalacija. Prvo se izvode šlicevi u zidovima potrebni za polaganje bužir creva kroz koje se polažu elektrokablovi. Potom se postavljaju bužiri u zidovima, kutije sa osiguračima, razvodne kutije. Potom se provlače elektro kablovi kroz bužire u zidovima i kroz prethodno postavljene bužire u plafonima. Svi šlicevi koji se formiraju u zidovima zatvaraju se prilikom malterisanja ali mora se voditi računa da bužiri i vodovodne cevi budu dobro fiksirani da se ne bi pomerili prilikom nanosenja maltera.

Nakon montaze grubih elektroinstalacija i instalacija vodovoda i kanalizacije može se otpočeti sa montažom vertikalna za grejanje kao i postavljanjem razvodnih tabli u zidove uz prethodno pravljenje šliceva. Nakon toga se vrši horizontalni razvod cevi do grejnih tela. Cevi se postavljaju na AB ploču u cementnu košuljicu. Cevi treba da budu fiksirane za ploču da ne bi došlo do njihovog pomeranja prilikom izrade košuljice.

Radovi na aktivnostima elektroinstalacija i instalacija vodovoda i kanalizacije treba da se rade uporedo zato što je naredna aktivnost malterisanje zidova, i da bi ona usledila potrebno je da prethodne dve budu završene.

Izradi finih instalacija pristupa se posle finih radova. Nakon završnog bojenja zidova vrši se fina montaža utičnica i prekidača. Takođe se vrši montaža grejnih tela i povezivanje na mrežu. Nakon postavljanja keramičkih pločica u kupatilima i kuhinjama postavljaju se slavine, kape ventila i sanitarije.

Na osnovu svega pomenutog može se zaključiti da je potrebno posvetiti posebnu pažnju instalacijama prilikom planiranja procesa građenja, u cilju da se izbegnu nepredviđeni problemi prilikom izvođenja instalacija, a samim tim i kašnjenja pri izvođenju celokupnog objekta.

7. ZAKLJUČAK

Ovaj diplomski rad ima za cilj izradu projekta tehnologije i organizacije građenja stambenog objekta Su + Pr + 4 + Po i detaljnu analizu instalacija objekta, elektroinstalacije, instalacije grejanja, instalacije vodovoda, instalacije kanalizacije za tipski sprat objekta.

Dinamičkim planom izgradnje objekta obuhvaćeno je planiranje pomoću mrežnog plana i ciklograma. Računarska obrada svih ulaznih podataka izvršena je korišćenjem programa Microsoft Project 2007.

Izlazni rezultati su dobijeni u vidu Gantovog dijagrama sa tabelarnim prikazom aktivnosti.

U toku izvođenja radova, kako bi se omogućio nesmetan i kvalitetan tok procesa gradnje potrebno je primenjivati predloženu tehnologiju i organizaciju izgradnje objekta.

8. LITERATURA

- [1] M.Trivunić, "Upravljanje projektima i građenjem", FTN Novi Sad, 2008. (materijal sa predavanja)
- [2] „Normativi i standardi rada u građevinarstvu-visokogradnja“, Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- [3] M. Trivunić, Z. Matijević, "Tehnologija i organizacija građenja-praktikum", Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad, 2004.

Kratka biografija:



Mladen Dokić rođen je u Derventi 1983. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Građevinski menadžment odbranio je 2012.god.

ODREĐIVANJE RECIKLAŽNIH KAPACITETA STAMBENIH OBJEKATA ASSESSMENT OF THE RECYCLING CAPACITY OF RESIDENTIAL BUILDINGS

Miljana Parović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se procenom reciklažnih kapaciteta višespratnih stambenih objekata. Analizirana su četiri objekta izvedena u različitim konstruktivnim sistemima. Poseban akcenat stavljen je na količine betona i opeke pošto oni čine 70% otpadnog materijala konstrukcije a moguće ih je u potpunosti reciklirati.

Abstract – This paper describes the assessment of the recycling capacity of multistory residential buildings. We analyzed four buildings which were made in different structural systems. Special emphasis is placed on the amounts of concrete and bricks as they make up to 70% of construction waste material and can be completely recycled.

Ključne reči: Zeleni beton, Reciklažni kapaciteti objekata

1. UVOD

Kao održivo rešenje za probleme građevinskog otpada i iscrpljivanje nalazišta prirodnog agregata, nametnuo se postupak recikliranja otpadnih građevinskih materijala, u prvom redu betona sa ciljem da se postojeći i novonastali otpad tretira i iz njega stvori materija koja se koristi kao polazna sirovina. Problematika procene reciklažnih kapaciteta građevinskih objekata od izuzetne je važnosti za uspostavljanje finansijski opravdanih procesa reciklaže i ponovne upotrebe građevinskih materijala. Kako bi se što preciznije procenile količine građevinskog otpada koji se može reciklirati neophodno je analizirati više parametara koji opisuju objekat pri čemu su parametri i kvantitativnog i kvalitativnog karaktera.

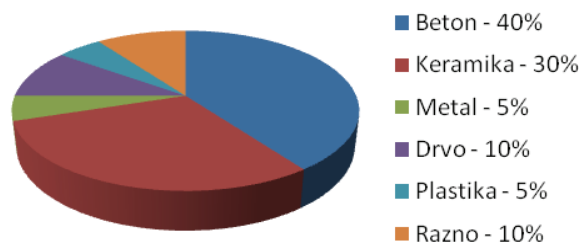
Predikcija količina građevinskog otpada koji se može reciklirati vrši se na osnovu različitih parametara koji ih opisuju (konstruktivni sistem, kompleksnost objekta, bruto površina objekta, prosečna bruto površina etaže, visina objekta, spratnost, broj zidova za ukrućenje, podužni raster i poprečni raster). Dragoceno je imati bazu ovih podataka, odnosno podataka o reciklažnom kapacitetu određenih objekata ili čitavih naselja. U ovom radu vršena je analiza objekata različitih konstruktivnih sistema. Među njima su objekti klasičnog masivnog konstruktivnog sistema ukrućeni armirano-betonskim serklažima, skeletni sistemi ukrućeni armirano-betonskim platnima i montažni sistemi sa AB nosećim zidovima debljine 14cm. Analizirani objekti nalaze se u Novom Sadu na Limanu3 u ulicama Balzakovoj i Bulevaru Cara Lazara i na Novom Naselju u ulicama Dušana Danilovića i Seljačkih Buna.

NAPOMENA:

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

2. ZELENi BETON

Prosečna struktura otpada nastalog nakon rušenja objekata prikazana je na slici 1.



Slika 1. Prosečna struktura otpada nastalog rušenjem

Beton i opeka čine najveći deo otpadnog materijala stoga je u ovom radu posebna pažnja obraćena na proces reciklaže ovih materijala. Proces reciklaže odvija se u četiri koraka:

- rušenje građevinskih objekata
- klasifikacija otpadnog materijala
- proces recikliranja
- proizvodnja novih proizvoda

Danas su u svetu dominantne dve tehnologije rušenja – tehnologija rušenja eksplozivom i tehnologija mašinskog rušenja. Rušenje eksplozivom je najčešće primenjivo u slučajevima kada se radi o vrlo visokim objektima ili o objektima do kojih je onemogućen pristup mašinama. Najčešća tehnologija mašinskog rušenja je pomoću građevinskih mašina pripremljenih i prilagođenih za ovakve poslove (bageri guseničari) i opremljenim pripadajućim specijalnim hidrauličnim alatima za drobljenje betona i rezanje armaturnog čelika. Od suštinskog značaja je selektivno rušenje objekta, da bi se u što je moguće većjoj meri smanjilo mešanje raznovrsnog otpada. Svi ugrađeni delovi, kao što je armatura, stolarija, instalacije se moraju ukloniti. Na mestu rušenja potrebno je usitniti velike otpadne komade na veličinu od 0.4m do 0.8m, što se obično radi pulverajzerima i hidrauličkim čekićima. Betonski blokovi odvoze se do mesta gde se nalazi postrojenje za usitnjavanje (drobilica). Postrojenja za proizvodnju recikliranog agregata (reciklažna ili drobilica postrojenja) u suštini se ne razlikuju značajno od postrojenja koja proizvode drobljeni agregat iz prirodnih nalazišta. Suština tehnološkog postupka je da se od komada otpadnog betona drobljenjem proizvede granularni materijal određenih veličina zrna, što znači da su dve osnovne operacije drobljenje i prosejavanje. Postrojenja za reciklažu mogu biti mobilna i smeštena u blizini objekta koji se ruši ili u blizini nove konstrukcije za koju će se upotrebiti recik-

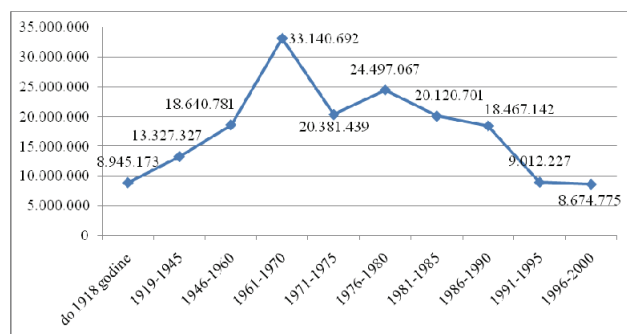
lirani agregat, ili se može formirati centralno postrojenje koje ne mora biti blizu konstrukcije koja se ruši, ali će zbog automatizovanog procesa imati znatno veću produktivnost i time kompenzovati veću udaljenost od mesta primene agregata.

2.1. Upotreba recikliranog betona

Prema preporukama većine evropskih zemalja, u konstrukcijskom betonu dozvoljava se primena agregata koji se dobija recikliranjem betonskog otpada. Uglavnom se preporučuje primena krupnog recikliranog agregata, a dozvoljeni procenat zamene krupnog prirodnog agregata recikliranim kreće se do 45%. Ovaj procenat zamene prirodnog krupnim recikliranim agregatom praktično neće uticati na bitna svojstva betona. Veći komadi agregata dobijenog reciklažom mogu poslužiti kod saniranja zemljišta sklonog eroziji. Manji komadi se koriste kao šljunak za najrazličitiju namenu, najčešće za izradu tamponskog sloja kod izgradnje puteva. Moderna praksa koristi ovu tehnologiju za izradu novih puteva od materijala dobijenog reciklažom starih.

3. ANALIZA RECIKLAŽNIH KAPACITETA STAMBENIH OBJEKATA U REPUBLICI SRBIJI

Usled potrebe za sagledavanjem potencijala stambenih objekata u Republici Srbiji sa aspekta reciklaže građevinskih materijala analizirana je količina izgrađenih stambenih površina do 2000. godine. Na osnovu podataka Zavoda za statistiku R. Srbije formiran je dijagram koji prikazuje površine stanova u m^2 kao i period kada su isti izgrađeni do 2000. godine (slika 2). [5]



Slika 2. Dijagram površina izgrađenih stanova za posmatrani period u Republici Srbiji (u m^2)

Iz dijagrama na slici 2. moguće je zaključiti da je 22.272.500 m^2 stanova starije od 65 godina kao i da je 74.053.973 m^2 stanova starije od 40 godina što predstavlja značajan reciklažni kapacitet kada su u pitanju građevinski materijali. Analizirani podaci ne pružaju uvid u karakteristike objekata u okviru kojih se stanovi nalaze. Formiranje baza podataka koja bi opisivala sve vrste građevinskih objekata koji se nalaze na teritoriji Republike Srbije bilo bi od velike koristi za precizno procenjivanje njihovih reciklažnih kapaciteta što bi značajno unapredilo proces održivog razvoja građevinske industrije.

4. PRORAČUN RECIKLAŽNOG KAPACITETA VIŠESPRATNIH STAMBENIH OBJEKATA

Ukoliko bi se formirala baza podataka koja opisuje sve vrste građevinskih objekata koji se nalaze na teritoriji Republike Srbije, ista bi se mogla primeniti za precizno

procenjivanje njihovih reciklažnih kapaciteta što bi značajno unapredilo proces održivog razvoja građevinske industrije. Predložena baza podataka sadržala bi karakteristike objekata kao što su konstruktivni sistem, kompleksnost objekta, bruto površinu objekta, prosečnu bruto površinu etaže, visinu objekta, spratnost, broj zidova za ukrućenje, podužni i poprečni raster ali i količine konstruktivnih materijala ukoliko je moguće doći do njih. Ukoliko nije moguće doći do projekata objekata iz kojih bismo mogli utvrditi njihov reciklažni kapacitet, moguće je izvršiti predikciju količina građevinskog otpada koji se može reciklirati a koja se vrši se na osnovu podataka kvantitativnog i kvalitativnog karaktera datih u tabeli.

U ovom radu detaljno su analizirani višespratni stambeni objekti koji se nalaze na dve lokacije u Novom Sadu, i to na Limanu 3 u ulici Balzakovoj i na bulevaru Cara Lazara i na Novom Naselju u ulicama Dušana Danilovića i Seljačkih buna. Pored analize opštih podataka koji su odabrani kao predlog opšte baze podataka za procenu reciklažnog kapaciteta, izvršen je i predmer objekata i analiza dobijenih količina reciklažnog materijala. Objekti na kojima je vršena analiza su izabrani tako da predstavljaju različite konstruktivne sisteme. Shodno tome, očekivani rezultati bi se trebali razlikovati u odnosu na analizirani konstruktivni sistem. Analizirane stambene zgrade u Balzakovoj ulici i na bulevaru Cara Lazara su izvedene u panelnom sistemu, zgrade u ulici Seljačkih Buna u skeletnom a zgrade u ulici Dušana Danilovića u masivnom konstruktivnom sistemu.

Dobijeni podaci dati su tabelarno u tabelama 1, 2, 3 i 4.

Tabela 1. *Objekat u ulici Seljačkih Buna*

Spratnost	Pr+4
Visina	20,22m
Dimenzije u osnovi	Svaka lamela: 86,04/17,80m
Vreme izgradnje	1979. godina
Namena	Stambena zgrada
Konstruktivni sistem	Skeletni
Projektovana za prihvatanje seizmičkih sila	Da
Dimenzije stubova	0,30×0,30m
Ukupna bruto površina	6.597,65m ²
Prosečna bruto površina etaža	1.099,61m ²
Ukupna količina betona	3.464,42m ³
Prosečna količina betona po etaži	692,88m ³
Ukupna količina opeke	1.550,05m ³
Prosečna količina opeke po etaži	310,01m ³

Tabela 2. *Objekat u ulici Dušana Danilovića*

Spratnost	Pr+4
Visina	19,5m
Dimenzije u osnovi	lam.1,3-82.0/22.3m, lam.2-57.0/23.0m
Vreme izgradnje	1977. godina
Namena	Stambena zgrada
Konstruktivni sistem	masivni ukrućen AB serklažima 25/25cm
Projektovana za prihvatanje seizmičkih sila	Da
Ukupna bruto površina	14.815,00m ²
Prosečna bruto površina etaža	2.963,00m ²
Ukupna količina betona	3.609,66m ³
Prosečna količina betona po etaži	721,93m ³
Ukupna količina opeke	6.097,82m ³
Prosečna količina opeke po etaži	1.219,56m ³

Tabela 3. *Objekat na Bulevaru Cara Lazara*

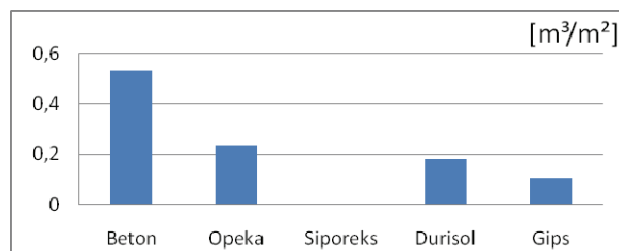
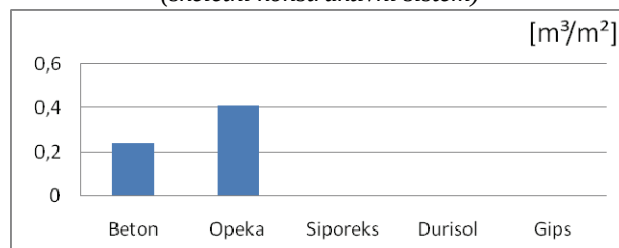
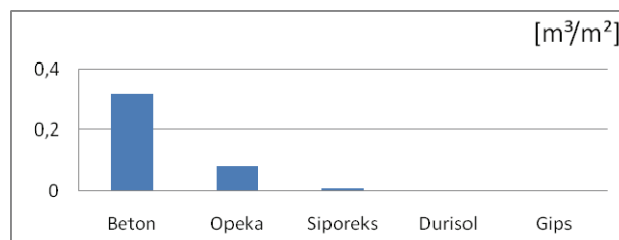
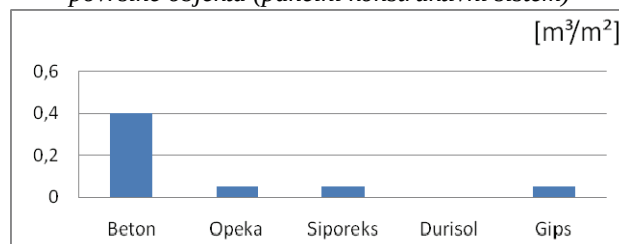
Spratnost	Po+Pr+17
Visina	55,20m
Dimenzije u osnovi	28,0/24,0m
Vreme izgradnje	1974/1975
Namena	Stambena zgrada
Konstruktivni sistem	AB montažni – panelni
Projektovana za prihvatanje seizmičkih sila	Da
Ukupna bruto površina	7.803,85m ²
Prosečna bruto površina etaža	410,73m ²
Ukupna količina betona	2.523,15m ³
Prosečna količina betona po etaži	132,80m ³
Ukupna količina opeke	618,35m ³
Prosečna količina opeke po etaži	32,54m ³

Tabela 4. *Objekat u ulici Balzakovoj*

Spratnost	Pr+5
Visina	19,26m
Dimenzije u osnovi	svaka lamela: 45.0/18.0m
Vreme izgradnje	1974/1975godina
Namena	Stambeno-poslovni objekat
Konstruktivni sistem	AB montažni - panelni
Projektovana za prihvatanje seizmičkih sila	Da
Ukupna bruto površina	11.834,43m ²
Prosečna bruto površina etaža	1.972,41m ²
Ukupna količina betona	4.723,08m ³
Prosečna količina betona po etaži	787,17m ³
Ukupna količina opeke	582,27m ³
Prosečna količina opeke po etaži	97,05m ³

5. ANALIZA PRIKUPLJENIH PODATAKA

Predmerom objekata dobijene su količine otpadnog građevinskog materijala (betona, opeke, siporeksa, durisola, gipsa) izražene u m³. Svedene su na m² bruto površine objekata i date u dijagramima na slikama 3, 4, 5, 6.

Slika 3. *Seljačkih Buna, količina materijala po m² bruto površine objekta (skeletni konstruktivni sistem)*Slika 4. *Dušana Danilovića, količina materijala po m² bruto površine objekta (masivni konstruktivni sistem)*Slika 5. *Bul. Cara Lazara, količina materijala po m² bruto površine objekta (panelni konstruktivni sistem)*Slika 6. *Balzakova, količina materijala po m² bruto površine objekta (panelni konstruktivni sistem)*

Analizirani su objekti izvedeni u tri različita konstruktivna sistema. Objekti u ulici Balzakovoj i Bulevaru Cara Lazara izvedeni su u panelnom sistemu, objekti u ulici Dušana Danilovića u masivnom a objekti u ulici Seljačkih Buna u skeletnom sistemu. Rezultati dobijeni svođenjem količina otpadnog materijala na m² bruto površine objekata su očekivani. Najmanji reciklažni kapacitet imaju objekti u panelnom konstruktivnom sistemu. Obzirom na specifičnost konstrukcije u kojoj noseće elemente predstavljaju montažni armirano-betonski zidovi najveći deo otpada činiće armirani beton. Ovde se opeka pojavljuje samo u pregradnim i eventualno fasadnim zidovima, stoga je i njen udeo u otpadnom

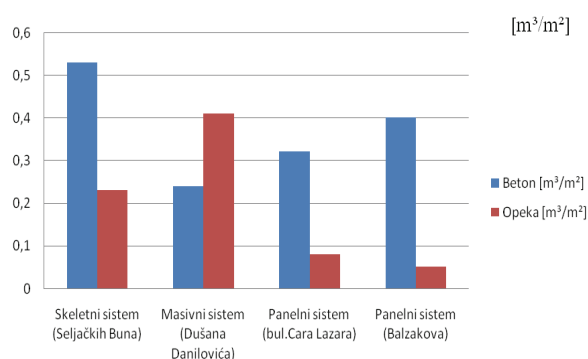
materijalu srazmerno manji. Objekti u ulici Seljačkih Buna su skeletnog konstruktivnog sistema, što znači da vertikalno opterećenje do temelja prenose AB stubovi i grede, a horizontalne sile prenose AB zidovi za ukrućenje. Po pravilu, količina utrošenog armiranog betona koja se koristi za noseće elemente trebala bi biti približno jednaka količini materijala od koga se izvode pregradni zidovi odnosno fasada (u ovom slučaju opeka, durisol i gips). Tu pretpostavku potvrđuju dobijeni rezultati. Objekti u ulici Dušana Danilovića su masivnog konstruktivnog sistema gde masivni zidovi ukrućeni AB serklažima prenose opterećenje do temelja. Dobijeni podaci po kojima više od 50% ugrađenog materijala čini opeka su realni. Beton je korišćen u međuspratnim konstrukcijama i serklažima, stepeništu i temeljima.

Skeletni i masivni sistemi imaju približno isti reciklažni kapacitet s tim da u skeletnom sistemu najveći deo reciklažnog materijala čini beton a u masivnom opeka.

6. ZAKLJUČAK

Procena reciklažnog kapaciteta objekata može se izvršiti na osnovu niza parametara koji ih opisuju (konstruktivni sistem, kompleksnost objekta, bruto površina objekta, prosečna bruto površina etaže, visina objekta, spratnost, broj zidova za ukrućenje, podužni raster i poprečni raster). U ovom radu izvršena je analiza objekata različitih konstruktivnih sistema i dat je predlog baze podataka koju je moguće proširiti unosom podataka o objektima za teritoriju grada Novog Sada, odnosno za čitavu Srbiju. Ova baza podataka bi činila osnov za upravljanje otpdnim građevinskim materijalom i planiranje održivog razvoja. Izvršena je detaljnija analiza četiri objekta izvedena u različitim konstruktivnim sistemima.

Iz predmera su dobijeni podaci o količinama materijala koji bi bio dobijen ukoliko bi se po mnogo parametara ocenilo da je najekonomičnije srušiti objekat. Koristeći ove podatke možemo lako izvršiti ekonomske analize o racionalnosti reciklaže u odnosu na odlaganje otpada. Dobijeni su različiti rezultati u odnosu na tip konstrukcije i konstruktivni sistem zgrada i prikazani su na dijagramu na slici 7. odnosno tabelarno (tabela 5).



Slika 7. Uporedne količine betona i opeke za objekte različitog konstruktivnog sistema svedene na 1m² bruto površine objekta

Tabela 5. Reciklažni kapaciteti pojedinih objekata izraženi u m³ reciklažnog materijala po m² bruto površine objekata [m³/m²]

Ulica	Bul. Cara Lazara	Balzakova	Seljačkih Buna	Dušana Danilovića
Konstr. sistem	panelni	panelni	skeletni	masivni
Kol. betona po m² objekta	0,32	0,40	0,53	0,24
Kol. opeke po m² objekta	0,08	0,05	0,23	0,41
Ukupno materijala po m² objekta	0,40	0,45	0,76	0,65

Gruba procena reciklažnog kapaciteta bilo kog objekta može se napraviti na osnovu dobijenih količina reciklažnog materijala za analizirane objekte datih konstruktivnih sistema.

7. LITERATURA

- [1] Zbornik radova konferencije „Graditeljstvo i održivi razvoj“, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2009.
- [2] Zbornik radova konferencije „Indis 2009“, FTN, Novi Sad, 2009.
- [3] Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives
- [4] Zbornik radova konferencije „Savremena građevinska praksa 2011“, FTN, Novi Sad, 2011.
- [5] Mučenski V., Peško I., Dražić J., Trivunić M.: „Procena potencijalne količine betona za reciklažu primenom veštačkih neuronskih mreža u okviru aplikacije forecaster xl“

Kratka biografija:



Miljana Parović rođena je u Doboju 1982. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Građevinski menadžment odbranila je 2012.god.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE INDUSTRIJSKE DVOBRODNE HALE SA TEORETSKOM OBRADOM OPTEREĆENJA SNEGOM

THE PROJECT OF INDUSTRIAL TWO – SECTION HALL WITH A THEORETICAL TREATMENT OF SNOW LOAD

Damir Tomčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su prikazani tehnički opis, analiza opterećenja i deo proračuna glavnog rama konstrukcije kao ključni delovi projekta jedne čelične hale. Takođe je obrađena tema opterećenja snegom građevinskih konstrukcija.

Abstract – In this paper the parts of the technical descriptions, load analysis and the construction calculations for the part of a main frame of the construction, as a key parts of any steel hall are shown. Also, snow load on building structures is described.

Ključne reči: Dvobrodna hala, čelična konstrukcija, opterećenje snegom

1. UVOD

Na osnovu projektnog zadatka izrađen je građevinsko – arhitektonski projekat industrijske proizvodne dvobrodne hale koja treba da zadovolji uslove eksploatacije četiri dvogredne mosne dizalice (mosni kran), nosivosti od po 150 kN, raspona 20.5 m, sa kotom gornje ivice šine (GIŠ) na 6.0 m od kote nivoa poda (± 0.00 m). Projektom zadatkom je takođe određeno da je visina kuke za podizanje tereta na koti 5.5 m od kote nivoa poda. Osovinske dimenzije hale (gabariti) su 44.0 x 60.0 m. Lokacija na kojoj se objekat nalazi je Nova Varoš. Konstrukcija objekta je modelirana trodimenzionalno uz pomoć specijalizovanog softvera za analizu i proračun konstrukcija - Radimpex Tower 6.0.

2. TEHNIČKI OPIS

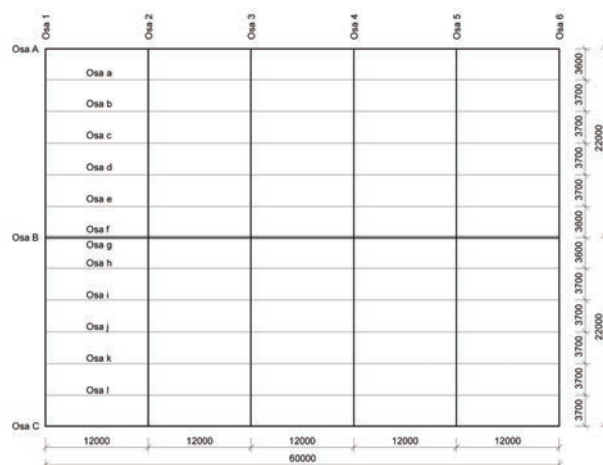
2.1 Čelična konstrukcija hale

Čelična konstrukcija hale je prostorna dvobrodna čelična konstrukcija oslonjena na armirano betonsku temeljnu konstrukciju. Krov je dvovodni sa nagibom od 10% (6°). Za krovni pokrivač izabran je termo panel od mineralne vune $d=15.0$ cm. Rožnjače su statičkog sistema proste grede raspona 12.0 m, visine 1.2 m i na međusobnom razmaku od približno 3.7 m. Sve rožnjače su istog poprečnog preseka. Formirane su od kutijastih HOP profila. Za pojasne štapove usvojeni su HOP 80x80x5, a za štapove ispune HOP 50x50x4. Glavnu noseću konstrukciju hale čine ramovi koji su formirani od dva autostabilna rešetkasta nosača raspona 22.0 m i visine 2.2 m, zglobno oslonjeni na čelične stubove.

NAPOMENA:

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

Za gornji pojas rešetke usvojeni su profili 2 [240, donji pojas 2 [220, dok su štapovi ispune HOP 100x100x5 i HOP 150x150x6. Ramovi u osama 2, 3, 4, 5 su isti (slika 1). Za stubove u osama A, B, C usvojen je sandučasti poprečni presek 30/50 (glavni noseći stubovi). Stubovi su na svom donjem kraju uklješteni u AB temelj preko ankera, dok su na spoju sa krovnom rešetkom zglobno vezani. Visina stubova je 9.6 m. Ramovi u osama 1 i 6 su kalkanski ramovi hale. Sačinjeni su od kalkanskih stubova HOP 200x160x5 na međusobnom rastojanju od 3.7 m. Stubovi su u donjem delu uklješteni u AB temelj samac preko ankera, a u gornjem delu se oslanjaju na poprečni krovni spreg. Kalkanski stubovi, preko fasadnih rigli, primaju uticaje od vetra upravnog na kalkan. Fasada od panela sa ispunom od mineralne vune $d = 8.0$ cm se postavlja na fasadne rigle. U kalkanskom ramu fasadne rigle su raspona 3.7 m poprečnog preseka HOP 120x100x5, statičkog sistema proste grede. U podužnom ramu fasadne rigle su su raspona 6.0 m poprečnog preseka HOP 160x100x6.5, takođe statičkog sistema proste grede. U podužnom ramu su na sredini raspon između dva glavna stuba postavljani fasadni stubovi sandučastog poprečnog preseka 20/25. Stubovi su u donjem delu uklješteni u AB temelj samac preko ankera, a u gornjem delu se oslanjaju na podužni krovni spreg.

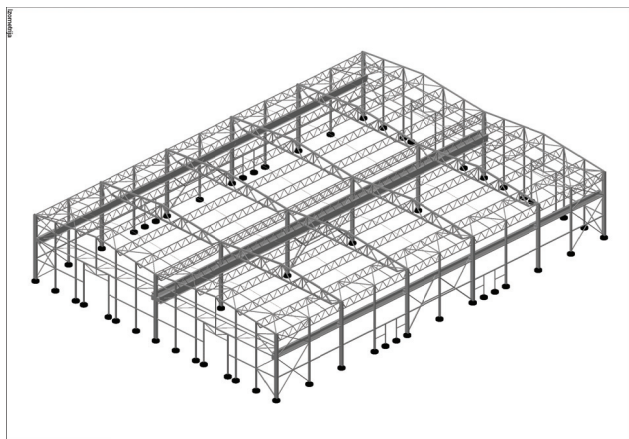


Slika 1. Raspored glavnih i pomoćnih osa

Spreгови koji su predviđeni u konstrukciji objekta su: poprečni krovni spreгови, podužni krovni spreгови, vertikalni spreгови u podužnim zidovima, vertikalni spreгови u kalkanskim zidovima, horizontalni spreгови u kalkanskim zidovima, spreгови za prijem sila kočenja dizalice i spreгови za prijem sila bočnih udara dizalice.

Kranski nosač je u vidu punog I nosača, sačinjenog zavarivanjem čeličnih limova. Dimenzije rebra su 1000x15 mm, dok su dimenzije nožica 350x25 mm. Statički sistem je prosta greda raspona 12.0 m. Oslonjen je na konzolne ispuste iz stubova.

Konzolne ispusti iz stubova su postavljeni tako da se zadovolji projektovana kota GIŠ – a, uzimajući u obzir i debljinu neoprenskog podmetača i visinu industrijske šine S45. Na krajevima kranskih staza (kod kalkanskih zidova) sa obe strane se nalaze odbojnici sa pužastom oprugom. Opisani model čelične konstrukcije je prikazan na slici 2.



Slika 2. Izometrijski prikaz modela konstrukcije

2.2 Temeljna konstrukcija

Projektnim zadatkom je definisana nosivost tla od 0.25 MPa na dubini od –1.35 m. Predviđeno je fundiranje objekta na temeljima samcima.

Temelji samci POS TS1 se nalaze ispod glavnih stubova u podužnim osama A, C i projektovani su sa temeljnim stopama dimenzije 225 x 315 x 60 cm. Vrat temelja je poprečnog preseka 86 x 120 cm i visine 75 cm. Temelji su međusobno povezani temeljnim gredama dimenzija 30 x 60 cm.

Temelji samci POS TS2 se nalaze ispod glavnih stubova u podužnoj osi B (unutrašnji stubovi hale). Projektovani su sa temeljnim stopama dimenzije 225 x 315 x 60 cm. Vrat temelja je poprečnog preseka 86 x 120 cm i visine 75 cm. Temelji samci POS TS3 se nalaze ispod fasadnih stubova u osama A i C, projektovani su sa temeljnim stopama dimenzije 130 x 150 x 40 cm. Vrat temelja je poprečnog preseka 68 x 77 cm i visine 95 cm. Temelji su, takođe, povezani temeljnim gredama 30 x 60 cm.

Temelji samci POS TS4 se nalaze ispod kalkanskih stubova u poprečnim osama 1 i 6, projektovani su sa temeljnim stopama dimenzije 120 x 140 x 40 cm. Vrat temelja je poprečnog preseka 68 x 72 cm, visine 95 cm. Temelji su povezani temeljnim gredama dimenzija 30 x 60 cm i 30 x 80 cm (temeljna greda ispod ulaznih vrata). Korišćena je marka betona MB 30, armatura RA 400/500 i GA 240/360.

Dužine temeljnih greda zavise od položaja u konstrukciji. Dubina fundiranja svih temelja je na –1.35 m od kote nivoa terena. Ispod temeljnih stopa se izvodi tampon sloj od šljunka debljine $d = 20.0$ cm i sloj mršavog betona debljine $d = 5.0$ cm. Ispod temeljne grede se izvodi samo tampon sloj od šljunka debljine $d = 15$ cm.

2.3 Podna ploča

Podna konstrukcija hale je projektovana kao armirano – betonska plivajuća ploča debljine $d = 20.0$ cm, prostire se po čitavoj osnovi hale. Posle širokog iskopa potrebno je tlo nabiti i preko njega nasuti šljunčani tampon debljine $d = 20.0$ cm koji se takođe zbija. Na tampon se lije sloj mršavog betona $d = 10.0$ cm kao podloga hidroizolacije. Nakon toga se postavlja hidroizolacija pa još jedan sloj mršavog betona $d = 5.0$ cm. Ploča se armira mrežastom armaturom.

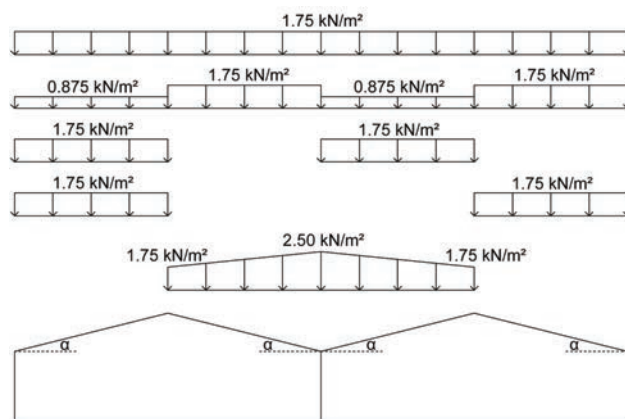
3. ANALIZA OPTEREĆENJA

3.1 Stalna opterećenja

Težina krovnih sendvič panela.....0.263 kN/m²
 Težina fasadnih sendvič panela0.191 kN/m²
 Sopstvena težina nosećih elemenata konstrukcije se automatski sračunava u programu za analizu konstrukcija.

3.2 Opterećenje snegom

Slučajevi opterećenja koji se analiziraju (slika 3):



Slika 3. Šeme i intenziteti opterećenja snegom

3.3 Opterećenje vetrom

Opterećenje vetrom je sprovedeno na osnovu standarda JUS U.C7.110-112 iz 1991.godine.

Objekat je mala kruta zgrada pa se proračun opterećenja vetrom vrši kombinovanim koeficijentima pritiska.

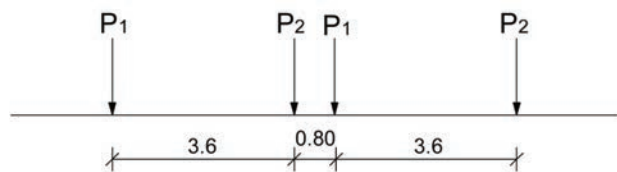
Analizirani su: pritisak vetra na zgrade za proračun glavnih nosećih konstrukcionih delova (krovnih vezača, stubova, ramova, spregova), kao i pritisak vetra na zgrade za proračun delova obloge (zidova, sendvič panela i slično, prozora i vrata), odnosno, proračun konstrukcionih delova koji ih nose (rožnjače, fasadnih greda i stubova).

3.4 Opterećenje mosnim kranom

Halu opslužuju četiri mosna kрана nosivosti po 15 t, po dva u svakom brodu. Kranovi mogu da zauzmu položaj jedan pored drugog do njihovog predviđenog graničnika. Opterećenje vertikalnim silama kрана koje deluje u ravni GIŠ-a kao i ostali podaci potrebni za analizu opterećenja uzimaju se iz proizvođačkog kataloga mosnih kрана. Zbog mogućnosti jako velikog broja nezavisnih položaja kрана, kao i različitih opterećenja kojima oni mogu u određenom trenutku da deluju, razmatraju se slučajevi kada se kranovi nalaze jedan pored drugoga i pretpost-

avimo da tada vrše maksimalni pritisak točkovima, bočne udare i sile kočenja.

Maksimalni vertikalni pritisci točkova od kranova iznose $P = 120 \text{ kN}$, a njima odgovarajući pritisci $P = 36.37 \text{ kN}$. Sile bočnih udara kranova su intenziteta $P = 12 \text{ kN}$, a sile kočenja $P = 34.29 \text{ kN}$.



Slika 4. Sile od pritiska točkova mosnih kranova

Vertikalni pritisci točkova kranova deluju kao na slici 4, bočni udari imaju isti razmak sila sa gore navednim intenzitetom ali deluju u horizontalnoj ravni i sile kočenja deluju na sredini rastojanja između dve sile P , takođe u horizontalnoj ravni.

Kranovima su opterećeni ramovi u osama 2, 3, 4 kao i polje između osa 3 i 4.

3.5 Opterećenje seizmičkim silama

Uticaji od seizmičkog opterećenja su dobijeni upotrebom metode Ekvivalentnog statičkog opterećenja u svemu prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima.

Prilikom proračuna su uzeti sledeći parametri:

- zona seizmičnosti po MSC skali: IX
- kategorija tla: III
- vrsta konstrukcije: savremene AB i čelične konstrukcije
- kategorija objekta: II

4. ANALIZA GLAVNOG POPREČNOG RAMA

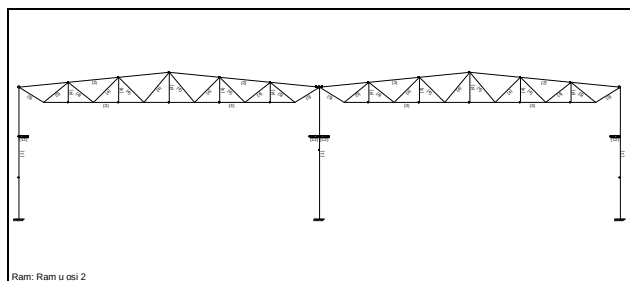
Glavni poprečni ramovi se nalaze u osama 2, 3, 4, 5, na međusobnom rastojanju od 12 m. Izgled rama prikazan je na slici 5. Sastoje se od glavnih krovnih rešetkastih nosača POS RN, spoljašnjih i unutrašnjih stubova POS S. Rešetkasti krovni nosač sastoji se od sledećih elemenata:

gornji pojas: 2 [240

donji pojas: 2 [220

štapovi ispune: HOP 100x100x5 i HOP 150x150x6.

Stubovi su sandučastog poprečnog preseka 30/50.



Slika 5. Izgled glavnog poprečnog rama

Na osnovu merodavnih kombinacija opterećenja, koje su dobijene korišćenjem softvera, dimenzionisani su elementi glavnog poprečnog rama. Dijagrami koji su izračunati su anvelope uticaja od svih kombinacija opterećenja (maksimalne i minimalne vrednosti), odnosno:

- Normalne sile u štapovima u pravcu lokalne ose 1 grede – N_1
- Normalne sile u štapovima, srednje vrednosti – N_{sr}
- Momenti savijanja oko lokalne ose 3 grede – M_3
- Transverzalne sile u pravcu lokalne ose 2 – T_2
- Kontrola napona u elementima
- Kontrola stabilnosti
- Kontrola ugiba, pomeranje u pravcu globalne Z ose – Z_p

Kod kontrole napona se prikazuje stepen iskorišćenja dopuštenog normalnog napona za štapove. Dat je i broj merodavne kombinacije opterećenja. Svi štapovi zadovoljavaju kriterijume kontrole stabilnosti i kontrole napona, kao i maksimalno dozvoljenog ugiba.

5. OPTEREĆENJE SNEGOM

5.1 Fenomen opterećenja snegom

Sneg je u mnogim evropskim područjima jedno od važnijih delovanja na konstrukcije. To delovanje ima izrazito promenljiv, nepredvidiv i specifičan karakter, što jako varira zavisno od klimatskih uslova pojedinih geografskih regija. U zavisnosti od geografskih i visinskih područja sneg se zadržava duže ili kraće vreme, a ponegde gotovo trajno. Detaljno se analizira u [1].

Konstrukcije krovova sa malom sopstvenom težinom posebno su ugrožene snegom, koji je veliki deo ukupnog opterećenja. Pojava snega većeg opterećenja od usvojenog u proračunu može dovesti do oštećenja ili čak rušenja konstrukcije. Delovanje snega na konstrukcije zavisi od klimatskih uslova: spoljašnje temperature vazduha, učestalosti i intenziteta kiše, izloženosti konstrukcije suncu, snežnog nanosa od vetra, oblika krova, zagrevanja krova zbog grejanja zgrade, načina topljenja snega itd. Da bi se odredilo opterećenje snegom na konstrukciju potrebna su mnogobrojna merenja različitih parametara koja se sprovode na meteorološkim stanicama. Nepouzdanost određivanja opterećenja snegom naročito utiče na lagane konstrukcije kod kojih je sopstvena težina relativno mala u odnosu na opterećenje. Početne norme u Evropi za određivanje opterećenja snegom DIN 1055, deo 5 iz 1936. godine preporučivale su vrednosti 0.75 kN/m^2 što je većina zemalja brzo prihvatila. To je tipičan primer determinističkog pristupa određivanju opterećenja. Iskustvo je pokazalo da je takvo opterećenje nepouzdanost, što su kasnije i statističke analize i potvrdile.

Obično je vrlo teško dobiti tačne podatke o troškovima koji su nastali kao posledica rušenja krovova zbog opterećenja snegom. Prema nekim navodima može se ustanoviti da je uz pojavu snežnih padavina uzrok rušenja krovova bila i kiša koja je pala na snežni pokrivač.

5.2 Privremeni tehnički propisi za opterećenje zgrada

U okvirima domaće tehničke regulative [2] nije ni do danas još uvek izrađena statistička karta snežnih padavina na osnovu koje bi se dobijala karakteristična vrednost opterećenja snegom.

Podaci iz SFRJ govore da je srednja gustina maksimalnog snežnog pokrivača 150 kg/m^3 sa varijacijom od $100\text{--}340 \text{ kg/m}^3$. Gustina snežnog pokrivača zavisi i od njegove starosti, tako da se za stari sneg na kraju zime gustine

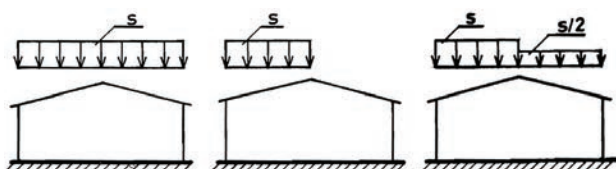
kreću od 350–500 kg/m³, pa čak i 700–800 kg/m³ u planinskim regionima.

Intenzitet opterećenja od snega zavisi od klimatskih prilika regiona, nagiba krovnih ravni i krovne konfiguracije. Prema jugoslovenskim standardima opterećenje snegom mora se kod ravnih ili do 20° prema horinzotali nagnutih krovova uzeti $s=0.75 \text{ kN/m}^2$ površine osnove krova. Pri nagibima krovova većim od 20° potrebno je uzeti redukovane vrednosti iz tabele 1, jer se na više nagnutim površinama sneg teže zadržava, visina snega je manja a samim tim i opterećenje. Kod međuvrednosti treba uzeti najbliže (veće ili manje) vrednosti iz tabele.

Tabela 1. *Intenziteti opterećenja snegom*

α°	20	25	30	35	40	45	50	55	60	>60
$s \text{ [kN/m}^2\text{]}$	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0

Sneg na krovu treba uzeti kao jednakopodeljeno opterećenje koje može opteretiti ceo raspon krova, pola raspona ili pola raspona sa punim intenzitetom, a pola sa jednom polovinom, kao što je prikazano na slici 6. Merodavna je ona kombinacija koja daje najveće uticaje.



Slika 6. *Moguće šeme opterećenja snegom*

Mestimično nagomilavanje snega na krovovima, kod testerastih ili krovova sa uvalama i denivelacijama, potrebno je uzeti u obzir iako Privremeni tehnički propisi za opterećenje zgrada ne daju nikakva uputstva o tome.

5.3 Evrokod 1 – dejstva snega

U [3] EN 1991-1-3 prikazana su uputstva za određivanje vrednosti opterećenja usled snega koje treba da budu korišćena u proračunu konstrukcija zgrada i drugih građevinskih objekata.

Ne važi za lokacije na nadmorskim visinama iznad 1500m.

U aneksu A prikazane su informacije o proračunskim situacijama i dispozicijama opterećenja koje treba da budu korišćene za različite lokacije.

U aneksu B prikazani su koeficijenti oblika koji treba da budu korišćeni za određivanje opterećenja od izuzetnih snežnih smetova.

U aneksu C date su karakteristične vrednosti opterećenja snega na tlo, bazirane na rezultatima radova.

Ciljevi ovog aneksa su: da pruži informacije nacionalnim administrativnim organima koje će im pomoći da inoviraju i osavremene njihove nacionalne karte snega, da pomogne da se obezbedi da uspostavljeni harmonizovani postupci korišćeni za izradu mapa u ovom aneksu, budu primenjeni u državama članicama za korišćenje njihovih osnovnih podataka o snegu.

U aneksu D prikazana su uputstva za određivanje opterećenja od snega na tlo saglasno vremenskom povratnom periodu.

U aneksu E prikazane su informacije o zapreminskoj težini snega.

U ovom delu nisu prikazana uputstva o specijalnim aspektima opterećenja od snega, na primer:

- udarna opterećenja od snega koji klizi niz krov ili pada sa višeg krova;
- dodatna opterećenja od vetra, koja bi mogla da budu posledica izmene oblika ili dimenzija konstrukcije objekta usled prisustva snega ili nagomilavanja leda;
- opterećenja u oblastima u kojima je sneg prisutan preko cele godine;
- opterećenja od leda;
- bočno opterećenje od snega (izazvana smetovima);
- opterećenja od snega na mostovima.

6. ZAKLJUČAK

Projekat konstrukcije čelične hale je vrlo kompleksan i ozbiljan posao koji zahteva primenu i poštovanje svih važećih propisa i standarda, čime se obezbeđuje sigurnost ljudi i opreme unutar hale. Opterećenje od snega može biti uzročnik velikih havarija i rušenja konstrukcija ukoliko se pri projektovanju i analizi opterećenja zanemaruje njegov specifičan karakter.

7. LITERATURA

- [1] K. Zaninović, M. Gajić – Čapka, B. Androić, I. Džeba, D. Dujmović: „*Određivanje karakterističnog opterećenja snijegom*”, Građevinar, 2001.
- [2] Zbirka jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije: „*Dejstva na konstrukcije – knjiga 1, Privremeni tehnički propisi za opterećenje zgrada – opterećenje snegom*”, Beograd, 1995.
- [3] EN 1991-1-3:2003, Evrokod 1: „*Dejstva na konstrukcije, Deo 1-3 dejstva snega*”, Beograd, novembar 2009.
- [4] Dragan Buđevac, Branko Zarić, Bratislav Stipanić: „*Čelične konstrukcije u građevinarstvu*” Građevinska knjiga Beograd, 2007.
- [5] Dragan Buđevac: „*Metalne konstrukcije u zgradarstvu*”, Građevinska knjiga Beograd, 2000.

Kratka biografija:



Damir Tomčić rođen je u Odžacima 1984. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Metalne konstrukcije odbranio je 2012.god.

ORGANIZACIJA IZGRADNJE POSLOVNOG OBJEKTA – HALE I VIZUELIZACIJA DNEVNOG OPERATIVNOG PLANA NA IZRADI KONSTRUKCIJE

ORGANIZING CONSTRUCTION OF THE OFFICE BUILDING – HALL AND VISUALISATION OF DAILY OPERATIONAL PLAN FOR CONSTRUCTION MAKING PROCESS

Ivan Kostadinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana organizacija i tehnologija izgradnje montažne hale sa posebnim osvrtom na način prikaza (vizuelizaciju) detaljnog operativnog dnevnog plana na izradi konstrukcije.

Abstract – Works includes presentation of organization and technology of construction prefabricated hall with special reference on visualisation of daily operational plan for construction building process.

Ključne reči: Montažna hala, organizacija građenja, vizuelizacija operativnog plana.

1. UVOD

Dobra organizacija izgradnje objekta definiše se i planira u projektu tehnologije i organizacije građenja, a realizuje upravljanjem projektima i građenjem. Bez planiranja i prethodnog sagledavanja odgovarajućih aktivnosti, svaka ljudska delatnost, pa tako i građevinarstvo bi se odvijala sa smanjenim izgledima za postizanje ciljeva. Iz tog razloga, jako je bitno da planiranje bude realno, odnosno da odgovara proizvodnim mogućnostima, da počiva na konkretnim podacima i da koristi stečena iskustva.

Planiranje se u građevinarstvu odnosi na izbor tehnologije, definisanje radnih aktivnosti i njihovih uzajamnih uslovljenosti, procenu njihovog trajanja i određivanje vremenskih termina i resursa za njihovu realizaciju.

U cilju sprečavanja pojave većine nepovoljnih okolnosti potrebno je celishodno planirati i uzeti u obzir sve parametre koji su od važnosti za realizaciju projekta. Pre razrade novog projekta neophodno je misaono predstaviti sve operacije projekta, srediti te operacije prema postupnosti izvršenja, objasniti smisao i značaj svake operacije, kao i to na koji način i pomoću kojih sredstava se data operacija može izvršiti. U skladu sa tim, tokom obrade projekta na računaru, dobro bi bilo da se uz svaku aktivnost koja je usmerena ka postizanju jasnog cilja (izgradnja jednog ili više objekata) omogući i što bolja vizuelna predstava same aktivnosti. U skladu s tim u ovom radu glavni akcenat je stavljen na vizuelizaciju aktivnosti za izradu konstrukcije hale koja će biti predstavljena u Microsoft Project 2007, a zatim generisana u Microsoft Visio 2007, gde će se uz pomoć dijagrama predstaviti dnevni operativni plan.

NAPOMENA:

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

2. OPIS OBJEKTA

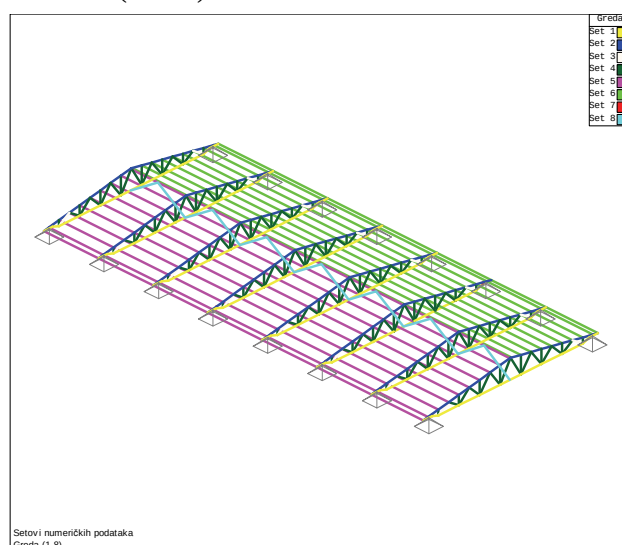
Predmet rada jeste izgradnja poslovnog objekta – hale dimenzija 35,0x15,0m, ukupne bruto površine 525 m². U objektu su predviđene sledeće prostorije:

- priručni magazin
- kancelarije
- prijemni deo

2.1. Konstrukcija objekta

Glavna konstrukcija objekta u celini je skeletna sa armirano betonskim stubovima i čeličnim rešetkastim krovnim nosačima. Stubovi su poprečnog preseka 30/30 cm (osim dva kružna stuba prečnika 35 cm) i visine 4,87m armirani sa $\pm 4R\emptyset 14$ i uzengijama $\emptyset 8/25$.

Krovnna konstrukcija formirana je od čeličnih rešetkastih elemenata, rožnjača, i kosih spregova. Rešetke su visine 1,75m i osnog raspona 14,75m odnosno ukupnog raspona 16,00 m sastavljene od hladno oblikovanih L profila koji se međusobno vare. Gornji pojas čine 2L 60x60x5, donji 2L 50x50x5, a ispunu 2L 45x45x4 i L 45x45x4 u zavisnosti od opterećenja štapa. Rožnjače su projektovane kao kontinualne grede od profila I100 raspona 5m. Rešetke se u podužnom pravcu vezuju vertikalnim spregom od L 60x60x6 koji obezbeđuje prostornu stabilnost (slika 1).



Slika 1. Izgled krovne konstrukcije

2.2. Fundiranje objekta

Temeljenje objekta izvršeno je na temeljnim trakama u kombinaciji sa temeljnim stopama i temeljnim gredama. Trake i stope međusobno su povezane temeljnim

serklažima (dimenzija 25/25 cm) i temeljnim gredama (dimenzija 25/50 cm). Ispod pregradnih zidova su temeljni serklaži (dimenzija 30/25 cm). Dubina fundiranja je $D_f=80$ cm. Visine temeljnih traka i stopa su $h=50$ cm, širina temeljnih traka je 80 cm, a dimenzije temeljnih stopa su 120 x 120 cm. Računato je sa dozvoljenom nosivošću tla od $\sigma_d=120$ kN/m².

3. TEHNOLOGIJA IZGRADNJE OBJEKTA

Radovi na izgradnji objekta započinju pripremom gradilišta i zemljanim radovima. Značaj i uloga pripremnih radova je u tome što se njima omogućava brzo i racionalno izvođenje glavnih radova. U okviru ovog poglavlja će biti definisani radovi koji su dominantni u izgradnji objekta (zemljani, betonski, armirački, zidarski...).

Pored skidanja humusa, pod zemljanim radovima podrazumevamo iskop zemlje za temelje objekta. Tu se podrazumeva mašinski iskop zemlje, a takođe i ručni iskop dela zemlje, kao i ručno odsecanje ivica (krajcovanje). Deo iskopane zemlje će se kasnije koristiti za zatrpavanje temelja, i on se deponuje na gradilištu, dok se višak odvozi na deponiju van gradilišta. Za sve zemljane radove koristimo mini hidraulički bager Caterpillar 308 D CR (slika 2.).



Slika 2. Mini hidraulički bager Caterpillar 308 D CR

Betonski elementi koji se izrađuju na licu mesta su: temeljne stope, temeljne grede, temeljni zidovi, zatim, podna ploča, glavni stubovi, horizontalni i vertikalni serklaži. Betoniranje se vrši pomoću kombinovanog auto miksera sa pumpom, model CIFA Magnum MK 20.4Z-80 RH.

Zidanje fasadnih i pregradnih zidova vrši se standardnom punom opekom dimenzija 25/12/6,5cm u produžnom cementnom malteru. Zbog velikih dimenzija zidova postavljaju se vertikalni i horizontalni serklaži radi ukrućenja istih.

Zidanje se obavlja paralelno sa izradom stubova i serklaža, kako bi se smanjila potreba za oplatom, takođe zbog unapred određene dinamike radova.

Za montažu elemenata usvojena je samohodna dizalica LTM 1040-2.1. (slika 3). Pri usvajanju dizalice, potvrđeno je da dohvat i nosivost dizalice zadovoljavaju potrebe na gradilištu. Osim navedenog, razmotrene su i

sledeće osobine: svojstva i specifičnosti samog objekta; karakteristike montažnih elemenata, karakteristike lokacije montaže; raspoloživost mehanizacije.



Slika 3. Samohodna dizalica LTM 1040-2.1

Montažni elementi se transportuju u položaju u kome su proizvedeni u kalupima. Drveni podmetači se postavljaju na približno 1/5 dužine elementa mereno od njegovih krajeva. Elementi u transportnom vozilu moraju biti dobro upakovani i obezbeđeni od prevrtanja, čime se sprečava eventualno oštećenje elementa, ugrožavanje javnog saobraćaja i života radnika. Transportno vozilo mora biti simetrično opterećeno.

4. DINAMIČKI PLANOVI IZRADE KONSTRUKCIJE OBJEKTA

Modeliranje je predstavljeno kroz:

- mrežni plan izgradnje kompletnog objekta
- gantogram izgradnje konstrukcije objekta (MS Project 2007)
- detaljni dnevni operativni plan predstavljen dijagramima (MS Visio 2007)

Usvojeno trajanje radnog dana je 9 časova od kojih 8 časova predstavlja vreme za efektivni rad. Planirano je da radni dan počinje u 7:00h, u 10:00h da se napravi polučasovna pauza za obrok, i sledeća polučasovna pauza da bude u 13:00 časova za odmor. Radni dan se završava u 16:00 časova.

Usvojena je radna nedelja od 6 dana, tj. određeno je da su subote radne, dok su nedelje neradne.

4.1 Obrada dinamičkih planova na računaru

Programi koji su korišćeni za obradu mrežnog plana u ovom radu su Microsoft Project 2007 i Microsoft Visio 2007.

Od ulaznih podataka koji su neophodni za obradu svake aktivnosti mrežnog plana na računaru u Microsoft Project 2007 nabrojaćemo sledeće:

- opis aktivnosti
- vreme trajanja aktivnosti
- naredne aktivnosti
- prethodne aktivnosti
- resursi potrebni za izvršenje date aktivnosti (radna snaga, materijal, mehanizacija)

Za datum početka radova na izradi konstrukcije objekta usvojen je 2. april 2012. godine. Redosled aktivnosti postavljen je na osnovu raniji iskustava u cilju uštede vremena, sredstava, radne snage, mehanizacije i materijala. Resursi koji se dodaju aktivnostima definisani su prema normativima u građevinarstvu.

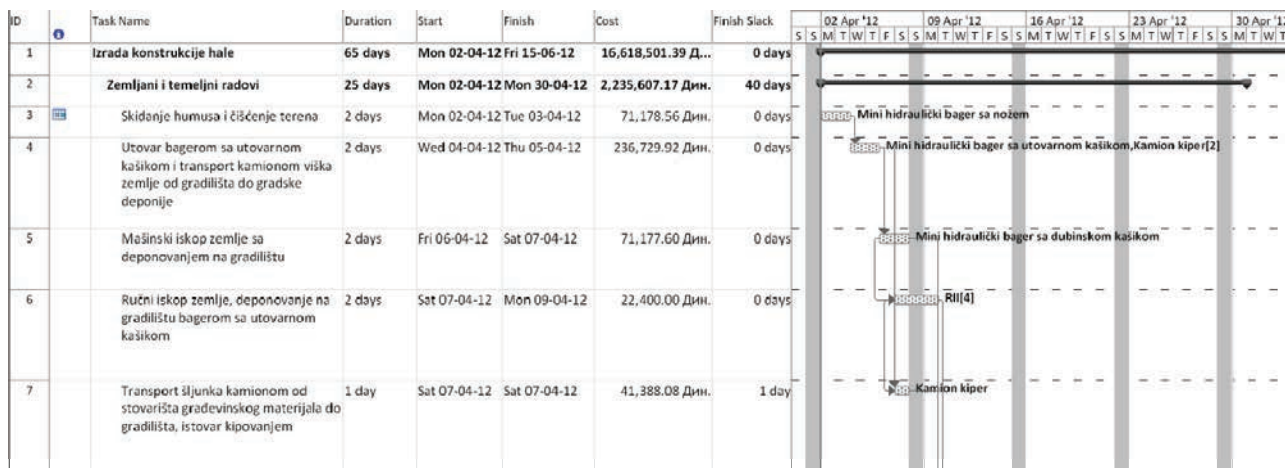
4.2 Izlazni rezultati

Usvojeno je da je 2. april 2012. godine početak radova, dobijeno je da se radovi na izradi konstrukcije završavaju 15. juna 2012. godine. Zemljani i temeljni radovi traju 25 dana, od 2. aprila do 30. aprila. Radovi na izradi podne ploče traju 20 dana, od 19. aprila do 11. maja. Radovi na izradi prizemlja traju od 9. maja do 6. juna, a radovi na

izradi krovne konstrukcije traju 27 dana, od 16. maja do 15. juna.

Informacije o aktivnostima date su u tabelarnom prikazu koji sadrži: redni broj, naziv aktivnosti, njeno trajanje izraženo u danima, najraniji početak, najkasniji početak, najraniji završetak, najkasniji završetak i vremensku rezervu. Opisnoj tabeli koja se nalazi na levoj strani gantograma odgovara grafički prikaz vremena trajanja aktivnosti predstavljenih pravougaonicima (slika 4).

Resursi koji su analizirani u ovom radu ispisani su uz pravougaonike koji označavaju aktivnosti za čiju realizaciju su potrebni. Dobijena je i ukupna cena radova na izradi konstrukcije od 16,618,501 dinara.



Slika 4. Izgled dela gantograma

5. GENERISANJE DNEVNIH PLANOVA UZ POMOĆ PROGRAMA MICROSOFT VISIO 2007

Microsoft Project 2007 može da napravi vizuelne izveštaje sa ciljem razmene detalja plana sa drugim aplikacijama. Konkretno, funkciju Visual Reports možemo upotrebiti da izvezemo podatke iz MS Project-a u MS Visio ili MS Excel (u ovom slučaju koristimo program MS Visio). Tada se javljaju mogućnosti predstavljanja plana u drugačijim formatima, u zavisnosti od potrebe.

Vizuelni plan može da obuhvati detalje o zadacima, resursima ili angažovanjima. Kada u MS Project-u izaberemo vizuelni izveštaj, on iz projektnog plana generiše visoko strukturiranu bazu podataka, koja se naziva OLAP kocka (Online Analytical Processing). MS Project zatim pokreće MS Visio, unosi i organizuje podatke kako ih koristi ta aplikacija i generiše grafički prikaz podataka (Excel grafik ili Visio dijagram). Konkretni rezultati koji se dobijaju zavise od vrste vizuelnog izveštaja koji je izabran.

Dok vizuelni izveštaji u Excel-u koriste funkcije PivotTable i PivotChart, vizuelni izveštaji programa MS Visio koriste funkciju PivotDiagrams. Funkcija PivotDiagrams je prikladna za hijerarhijsko predstavljanje podataka i veoma dobro dopunjava MS Project. Ne samo da se može podesiti vizuelni izveštaj kao Visio dijagram, već se mogu filtrirati i preuređivati podaci od kojih se dijagram pravi.

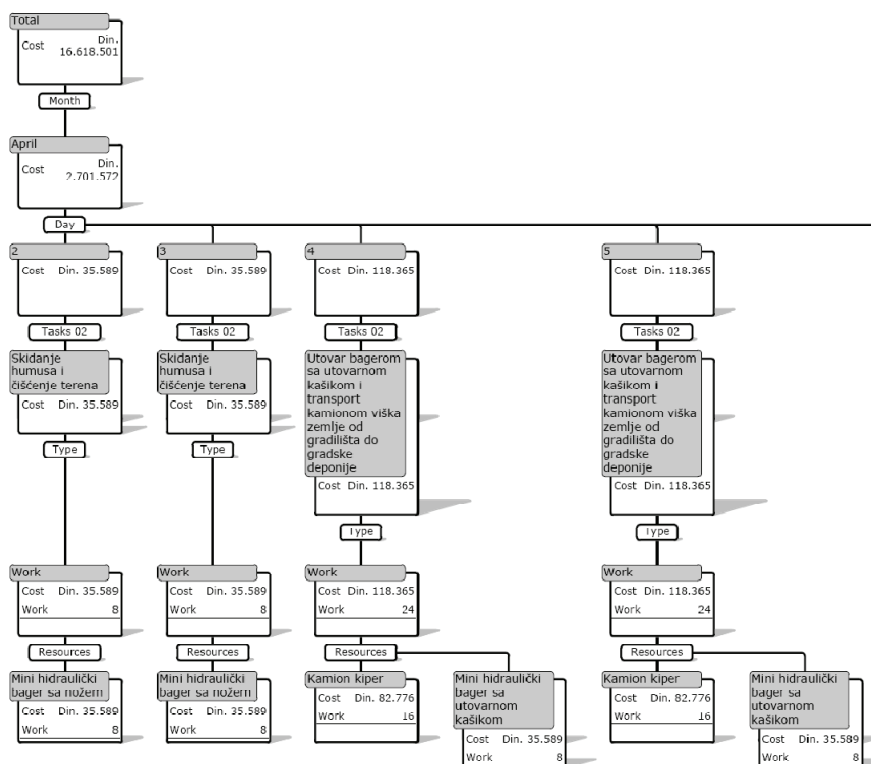
U ovom projektu, korišćen je šablon „Baseline report (metric)“. Kako to nije predmet ovog rada, u dijagramima

su ostavljene samo kolone „Cost“ (cena) i „Work“ (rad). „Hijerarhija“ po kojoj je postavljen dijagram je sledeća:

- godina u kojoj se izvode radovi i cena radova za datu godinu
- mesec u kojem se izvode radovi i cena radova za dati mesec
- dan u kojem se izvode radovi i cena radova za dati dan
- planirane aktivnosti za dati dan i njihova cena
- vrsta resursa potrebna za datu aktivnost i njihova cena (radna snaga i mehanizacija, materijal ili jednokratni trošak)
- profil, kvalifikacija i broj radnika, vrsta i broj mehanizacije, vrsta i količina materijala ili jednokratnog troška i njihova pojedinačna cena

Takođe, dobijena je i ukupnu cenu radova od 16,618,501 dinara. Pored toga, dijagram prikazuje cene za svaki mesec posebno, za svaki dan, za vrstu resursa, za datu aktivnosti, i za resurse pojedinačno. Cena rada za mesec april je 2,701,572 dinara, za mesec maj 8,503,269 dinara, dok je za mesec jun cena radova 5,413,660 dinara.

Redosled komandi za generisanje vizuelnih izveštaja je jednostavan; na karitici „Reports“, izabraćemo opciju „Visual reports“, zatim na prozoru sa šablonima biramo „Baseline report (metric)“. Nakon toga automatski se otvara MS Visio i generiše podatke iz MS Projecta. Izgled PivotDiagrama prikazan je na slici 5.



Slika 5. Izgled dela dnevnog operativnog plana

Kako šablon „Baseline report“ ne odgovara u potpunosti predmetu izučavanja ovog projekta, bilo je potrebno delimično ga urediti.

6. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada bio je da se uradi projekat organizacije građenja poslovnog kompleksa – hale, sa prikazanim detaljnim dnevnim planom operative. Projekat je rađen za potrebe investitora, firme „Elektrovod“ iz Šapca, sa posebnim osvrtom na predstavljanju aktivnosti na dnevnom nivou, kao i samu vezu aktivnosti i odgovarajućih modela, koja se prikazuje u Microsoft Project-u 2007.

Konkretno u ovom radu, aktivnosti koje se odnose na izradu konstrukcije objekta prikazane su u slikovito u Visio dijagramima, hijerarhijski, tako da se vidi na dnevnom nivou detaljno šta je potrebno od resursa za taj dan da bi se aktivnost uspešno izvršila (materijal, radna snaga, mehanizacija, jednokratni troškovi). Dobijeni podaci u MS Visio-u generisani su iz MS Projecta uz pomoć komande „Visual reports“, gde je prethodno izradjen gantogram za izradu konstrukcije objekta. Na ovaj način su dobijeni vizuelni planovi procesa izgradnje konstrukcije koji, u velikoj meri, omogućavaju efikasnije sagledavanje aktivnosti i resursa potrebnih za njihovo izvršenje u procesu planiranja. Posebno je značajno da se ovakvi planovi nađu i na gradilištu, što omogućava lakše sagledavanje i praćenje procesa i izvođaču i nadzoru.

U izradi gantograma i operativnog dnevnog plana dobijeni su sledeći podaci:

Usvojeno je da je 2. april 2012. godine početak radova, dobijeno je da se radovi završavaju 15. juna 2012. godine. Zemljani i temeljni radovi traju 25 dana, od 2. aprila do 30. aprila. Radovi na izradi podne ploče traju 20 dana, od 19. aprila do 11. maja. Radovi na izradi prizemlja traju od 9. maja do 6. juna, a radovi na izradi krovne konstrukcije traju 27 dana, od 16. maja do 15. juna. Dobijena je i ukupna cena radova od 16,618,501 dinara.

7. LITERATURA

- [1] Trivunić, M. , Matijević, Z. : „Tehnologija i organizacija građenja – praktikum“, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2004.
- [2] Normativi i standardi u građevinarstvu, visokogradnja, građevinski radovi 1, Građevinska knjiga Beograd, 1999.
- [3] Chatfield Carl , Timothy Johnson : „Korak po korak, Microsoft Project 2010“, CET Computer Equipment and Trade Beograd, PortaLibris Beograd, 2010.

Kratka biografija:



Ivan Kostadinović rođen je u Šapcu 1981. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Organizacija i tehnologija građenja, odbranio je 2012.god.

PROJEKAT VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE ZGRADE U NOVOM SADU

THE PROJECT OF MULTISTOREY REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL BUILDING

Vanja Ješić, Đorđe Lađinović; *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast- GRAĐEVINARSTVO

Sadržaj- U prvom delu rada je prikazan projekat armirano-betonske konstrukcije višespratne zgrade S+Pr+6 spratova dok je u drugom delu urađena uporedna analiza dva tipa temeljnih ploča.

Abstract- The first part presents the design of reinforced concrete multi story building basement + ground floor + 6 floors while the second part presents a comparative analysis of two types of base plates.

Ključne reči: armiranobetonska zgrada, skeletni sistem sa platnima za ukrućenje, statički proračun, dinamički proračun, temeljne ploče.

1. UVOD

Zadatkom je predviđeno projektovanje armirano-betonske stambene zgrade spratnosti suteran + prizemlje + šest spratova. Ukupna visina objekta je 22.22 m. Spratne visine suterana, prizemlja, i ostalih šest spratova su po 3.00 m. Osnova objekta je pravougaona širine 16.00 m i dužine 22.00 m. Objekat se nalazi u Novom Sadu, VIII seizmička zona. Konstruisanje elemenata i detalja je takvo da konstrukcija u eksploatacionom veku ispuni sve propisane zahteve u pogledu nosivosti, upotrebljivosti, trajnosti, mogućnosti održavanja i funkcionalnosti.

2. OPIS OBJEKTA

2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje

Objekat je projektovan kao stambena zgrada. U podrumu su predviđene ostave za sve stanove koje će naknadno biti deljene lakim pregradama. Prizemlje i spratovi od I -VI predviđeni su za stanovanje. Na prizemlju se nalaze četiri stambene jedinice od kojih su dva dvosobna stana i dva trosobna stana. Na spratovima od I-VI sprata nalazi se takođe po četiri stambene jedinice od kojih je jedan dvosoban i tri trosobna stana. Glavni ulaz u zgradu je sa leve bočne strane. Spratna visina suterana i svih spratova je 3.00m. Vertikalna komunikacija je obezbeđena pomoću lifta koji ide od prizemlja i stepenista koji vodi kroz celu visinu zgrade. Podovi objekta obloženi su parketom, granitnom keramikom i keramičkim pločicama. Podovi hodnika se obrađuju cementnom košuljicom i granitnom keramikom. Zidovi i plafoni se malterišu i završno obrađuju poludisperzivnom bojom.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Lađinović, vanr. prof.

Zidovi stepenišnog prostora se obrađuju završnim dekorativnim malterom. Fasadni zidovi (poprečni i podužni) izvode se kao sendvič zidovi 12 + 5 + 20cm (fasadna opeka 12cm + termoizolacija 5cm+giter blok 20 cm). Unutrašnji zidovi su od giter bloka 20cm a pregradni zidovi od opeke 12cm.

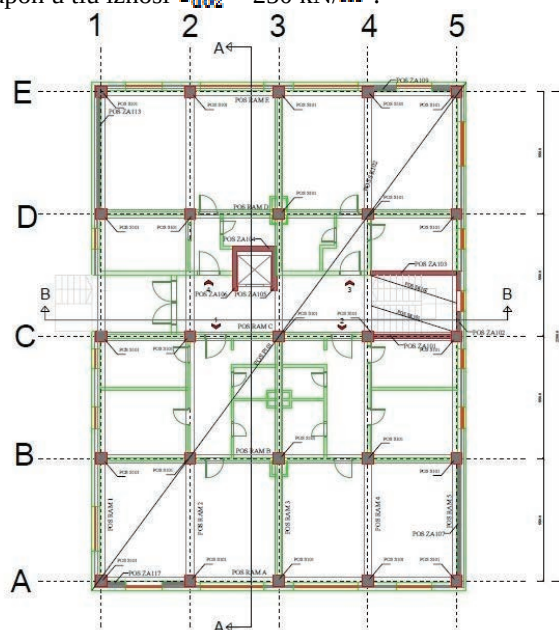
2.2. Krovna konstrukcija

Krov je ravan koji je projektovan da bude prohodan. Plfon šestog sprata je ujedno i krovna ploča na koju je nanet sloj hidroizolacije, sloj perlit betona d=10cm koji ujedno služi kao termoizolacija i sloj finog šljunka d=10cm kojim je definisan pad od 0.5%.

2.3. Konstruktivni sistem

Konstruktivni sistem zgrade je skeletni koga čine vertikalni noseći elementi - stubovi i AB zidovi i horizontalni noseći elementi - grede. Sam skelet formiraju pet poprečnih i pet podužnih višespratnih, višebrodskih ramova koji zajedno čine prostorni skelet. Međuspratna tavanica je projektovana kao sistem kontinualno krstasto armiranih ploča u oba pravca debljine 15cm. Ona prima opterećenje jednog sprata, koje prenosi na stubove i grede ramova. Osim toga, međuspratna konstrukcija služi da ukruti sistem ramova u horizontalnom pravcu i primi horizontalne sile od vetra i seizmike, koje dalje prenosi na vertikalne noseće elemente konstrukcije, pretežno zidove. Marka betona za međuspratne konstrukcije su MB35 a armiranje je izvršeno sa RA 400/500. Vertikalna komunikacija ostvaruje se preko dvokrakog stepeništa koje je debljine 15cm, betoniranje se vrši betonom marke MB35 a armiranje RA 400/500. Dimenzije stubova se razlikuju po visini objekta. U suteranu su stubovi 55/55cm a u prizemlju su 50/50 na prvo spratu 45/45 na ostalim spratovima dimenzija 40/40cm. Projektovani su tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Dimenzije nosećih greda u oba pravca su iste i iznose 35/45cm. Zidovi za ukrućenje postavljeni su u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da horizontalno opterećenje prime i prenesu na temelje i doprinesu krutosti celog sistema. Zidna platna su postavljena na mestima zidne ispune debljine 20 cm i oslabljena otvorima po arhitektonskim zahtevima. U suteranu su projektovani armiranobetonski zidovi d = 25 cm. Njihova uloga je da prime opterećenje od tla. Noseća konstrukcija lifta su zidna platna debljine 20 cm, koja sa ostalim zidovima za ukrućenje učestvuju u prijemu horizontalnih sila. Fundiranje je izvršeno na temeljnoj ploči, debljine 60cm. Temeljna ploča se izvodi od armiranog betona MB35 i armature RA 400/500.

Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine 10.0cm i sloj mršavog betona debljine 8.0cm. Preko sloja mršavog betona se postavlja hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona debljine 4.0cm. Ovaj tip temelja je modeliran u softveru „TOWER 6“ kao i svi drugi elementi konstrukcije. Tlo je zamenjeno elastičnim oprugama postavljenim u čvorove mreže konačnih elemenata. Krutost opruge je definisana je kao proizvod koeficijenta posteljice izraženog u KN/m^3 i pripadajuće površine tla kojeg opruga zamenjuje. Koeficijent posteljice je 25000 KN/m^3 . Dozvoljeni napon u tlu iznosi $\sigma_{\text{dov}} = 250 \text{ kN/m}^2$.



Slika 1: Šema stubova, zidova i greda u osnovi prizemlja

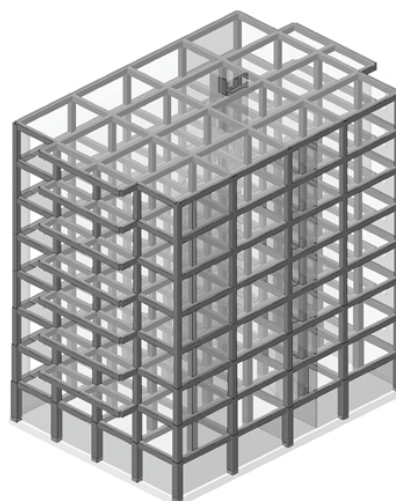
2.4. Analiza opterećenja

Stalno opterećenje čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težina nenosivih elemenata (zidovi ispuce, obloge podova, krovne obloge, fasadne obloge), naneta na ploče kao površinska i linijska opterećenja. Zidovi su aplicirani kao linijsko opterećenje na grednim elementima. Korisna opterećenja su u funkciji namene prostorije, definisana prema važećem Pravilniku [1] i naneta na ploče kao površinska, inteziteta 1.5 KN/m^2 (stanovi), 2.5 KN/m^2 (hodnjaci, stepeništa, krovna prohodna terasa). Opterećenje snegom iznosi 0.75 KN/m^2 osnovne krova. Prema važećem Pravilniku i standardu [1] analiziran je uticaj vetra na konstrukciju i nanet kao linijski raspodeljeno opterećenje po stubovima i gredama u dva ortogonalna pravca. Seizmičko opterećenje je dobijeno metodom statički ekvivalentnog opterećenja saglasno pravilniku [1].

2.5. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u specijalizovanom programskom paketu Tower 6.0 baziranom na primeni metode konačnih elemenata. 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 tako što je zamenjeno elastičnim oprugama postavljenim u čvorove mreže konačnih elemenata. Krutost opruge definisana je kao proizvod koeficijenta posteljice izraženog u KN/m^3 i pripadajuće površine tla kojeg opruga zamenjuje. Koeficijent posteljice je 25 MN/m^3 , i pretstavlja odnos stvarnog napona u tlu i istovremene deformacije tla-sleganja. Analiza dejstva horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanice konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Modalna analiza definiše dinamičko ponašanje diskretnog sistema za više stepeni slobode, pa je sprovedena sa realnim rasporedom masa bez redukovanja faktora krutosti i modula elastičnosti seizmičkih zidova, što omogućuje realniji prikaz sadejstva ploča i seizmičkih zidova u odnosu na ravanske modele. Grupisanje masa po nivoima zamišljeno je samo kao lokalni efekat, znači pola mase stuba u donju, a pola u gornju tavanicu, pola mase zida u donju, pola u gornju tavanicu. Vrednost perioda oscilovanja konstrukcije u prvom tonu je $T = 0.8002 \text{ s}$ (slika 2).



Slika 2: Renderovan prikaz modela konstrukcije

2.6. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Svi elementi su dimenzionisani saglasno Pravilnicima [1] i [2], prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorišćena opcija primenjenog softvera. Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane podužnom i poprečnom armaturom, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani, obostrano, simetrično armirani podužnom i poprečnom armaturom. AB zidovi su dimenzionisani saglasno Pravilnicima [1] i [2]. Sprovedena je kontrola aksijalnog naprezanja u stubovima i zidovima. Kako bi se obezbedila zahtevna duktilnost preseka, ograničava se iznos aksijalnog naprezanja usled gravitacionog opterećenja. Prema pravilniku [1] naponi u stubu ne smeju preći 35% čvrstoće betonske prizme (0.7 MB) a u zidu 20 %. Kontrola se vrši bez koeficijenata sigurnosti kao: $\sigma \leq N/A$ gde je $\sigma \leq 9.8 \text{ MPa}$ (9.8 MPa za MB 40 za stubove), (slika 3). Takođe proverene su prsline i ugibi u ramovima gde prsline iznose 0.40 mm u ramu 2 i 0.35 mm u ramu C sto je manje od $\max a_u = 0.4 \text{ mm}$. Sproveden je proračun probijanja temeljne ploče i pritom je obezbeđen svaki stub dodatnom armatu-

rom (u ovom slučaju uzengijama) u kome se javilo probijanje.

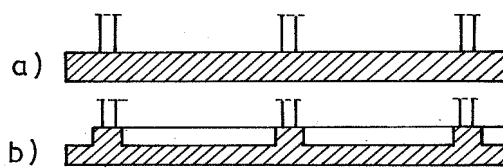


Slika 3: Deo rama u osi B, normalni naponi u stubu

.Dopušteni naponi pritiska u tlu za gravitaciona opterećenja takođe su u zadovoljavajućim granicama i iznose: $\max \sigma = 200.28 \text{ KN/m}^2 < \text{doz} \sigma = 250 \text{ KN/m}^2$.

3. UPOREDNA ANALIZA PUNE TEMELJNE PLOČE I TEMELJNE PLOČE OJAČANE GREDEMA

Temeljne ploče se primenjuju u situacijama fundiranja na tlu male nosivosti i time maksimiziramo veličine kontaktne površi smanjujući naprezanja u tlu. Osim toga primena ovih ploča je veoma pogodna u situacijama fundiranja u tlu ispod nivoa podzemnih voda, ali i kada je potrebno umanjiti neravnomernost sleganja pojedinih delova osnove objekta, bilo zbog veće deformabilnosti tla, bilo zbog značajnog uticaja neravnomernog sleganja na preraspodelu uticaja u gornjoj konstrukciji. U pojedinim slučajevima temeljna ploča može biti racionalnije rešenje u poređenju sa ostalima, ne samo po pitanju jednostavnosti izvođenja nego i utroška materijala. Temeljne ploče se mogu podeliti na tri tipa: a) pune ploče; b) rebraste ploče; c) sandučaste ploče. Od kojih su analizirana prva dva tipa. (slika 4).

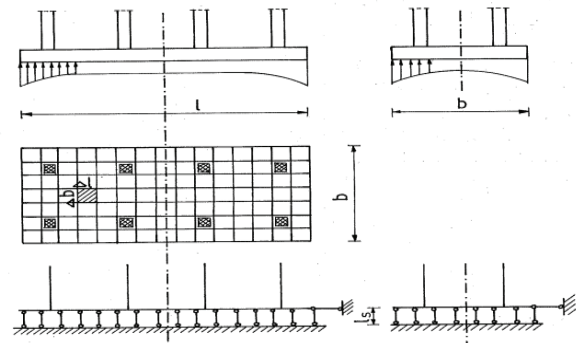


Slika 4: Tipovi temeljnih ploča

3.1. Proračun temeljne ploče-Vinklerov model tla

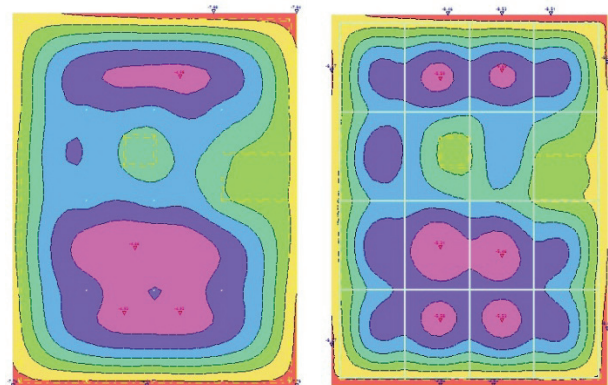
Temeljna ploča se u proračunu tretira kao površinski nosač (vrlo kruta u horizontalnoj ravni) ili se deljenjem u poprečne i podužne trake po osama stubova aproksimira štapnim sistemom. Naime, pitanje distribucije reaktivnog opterećenja u slučaju ploča je od velike važnosti. Pretpostavka o linearnoj preraspodeli može biti opravdana samo u slučaju manjih temeljnih ploča a velike krutosti (veće debljine, manji rasponi) i/ili deformabilnog tla. Ipak, preporuka je koristiti uvek složenije idealizacije tla (Vinklerova podloga i elastični poluprostor). Prema približnom postupku temeljno tlo se zamenjuje gusto raspoređenim diskretnim oprugama na razmacima l i b .

Krutost vertikalne opruge, zglobovno spojena na svojim krajevima (elastična opruga), ekvivalentna je pravougaonoj površi temeljnog tla širine Δb i dužine Δl . (slika 5).



Slika 5: Zamenja tla diskretnim oprugama

Ovim modelom tlo se tretira kao elastična podloga, a zasniva se na proporcionalnosti između pritisaka i sleganja. Pošto se Vinklerov model pokazao vrlo pogodnim u sklopu računarskih aplikacija za strukturalnu analizu, on danas predstavlja vrstu standarda kada je o uobičajenim objektima visokogradnje reč. Na slici 6 prikazana je distribucija sleganja tla na analiziranim modelima.



Slika 6: Distribucija sleganja na analiziranim pločama

Kao što je rečeno za proračun punih armiranobetonskih ploča, principi modeliranja i proračuna po Vinklerovom modelu, važe za rebraste temeljne konstrukcije.

3.2 Prednosti i nedostaci različitih tipova ploča

Pune ploče: Prednosti ovog tipa ploče u odnosu na rebraste su jednostavan oblik, zatim jednostavni tesarski i armirački radovi, kao i plića jama. Nedostaci u odnosu na druge tipove temeljnih konstrukcija su praćeni ograničenjem debljine ploče, manjom savojnom krutošću i utroškom materijala. **Rebraste ploče:** Prednosti ovih ploča se ogledaju u manjoj debljini kontaktne ploče i povećanoj savojnoj krutosti, zbog čega se projektuju tamo gde pune ploče postaju neracionalne, a nedostaci su zahtevnija izrada i veći utrošak materijala u odnosu na pune ploče. Analiza ovih ploča u master radu je sprovedena u programskom paketu Tower 6.0 na projektnom zadatku konstrukcije armirano-betonske stambene zgrade. Usvojene dimenzije zavise od tipa primenjene ploče. Puna ploča je ograničena i modelirana debljine 60 cm. Svako povećanje debljine ove ploče gubi

smisao u pogledu racionalnosti. Rebraste ploče su modeli sa debljinom kontaktne ploče 35 cm, i rebra u dva ortogonalna pravca 65/100cm, 65/100 cm. Upoređivanje se odnosilo na: 1. Preraspodelu kontaktnih napona, 2. Uticaje u temeljnim pločama, 3. Formu oscilovanja konstrukcije, 4. Količinu upotrebljenog materijala, betona, armature, oplata (Tabela 1. i Tabela 2.).

Tabela 1: Rezultati analize u konstrukivnom pogledu

Tip temeljne ploče	Preraspodela kontaktnih napona σ_{td} [KN/m ²]	Uticaji u ploči Mx [KNm/m]	Uticaji u ploči My [KNm/m]	Period oscilovanja T [sec]
Pune ploče	200.28	862.46	914.01	0.8002
Rebraste ploče	216.54	195.48	216.93	0.8059

Tabela 2: Rezultati analize u ekonomskom pogledu

Tip temeljne ploče	Količina ugrađenog betona [m ³]	Količina ugrađenog čelika [Kg]	Količina utrošene oplata [m ²]	Količina utrošene šljunka [m ³]
Pune ploče	228.87	33336.15	47.46	/
Rebraste ploče	300.05	28105.02	247.27	129.98

Na osnovu sprovedene analize, tabelarno su dati rezultati svih navedenih stavki, iz kojih se može zaključiti da je orebrana temeljna ploča pokazala bolje rezultate u pogledu armature u odnosu na punu temeljnu ploču. U ovom radu se nije ulazilo dublje u analizu, kao što je analiza cena materijala i radnika. U tom slučaju, s obzirom da se orebrana temeljna ploča radi na većoj dubini fundiranja, temeljna ploča ima prednost.

4. ZAKLJUČAK

U slučaju kada je tlo na koga treba osloniti objekat male nosivosti, odnosno, kada je opterećenje od objekta veliko tako da je temeljna ploča najpouzdanije fundiranje konstrukcije iznad, onda od dva različita tipa ovih ploča treba primeniti onu koja predstavlja racionalnije rešenje, ne samo po pitanju jednostavnosti izvođenja, nego i utroška materijala. Zato je potrebno analizirati konstrukciju u potpunosti, a onda dati rešenje koje će biti prihvatljivo u konstruktivnom i ekonomskom pogledu.

5. LITERATURA

- [1] Zbirka *Jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije*: Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom od 1988 - stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (JUS U.C7.123)
Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom od 1988 - korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (JUS U.C7.121)
Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom od 1992 - opterećenje vetrom (JUS U.C7.110-112)
Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima
- [2] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjige 1 i 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton 3*, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [4] Z. Brujić: *Predavanja – Plitki temelji*, Višespratne zgrade
- [5] S. Stevanović: *Fundiranje I*, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [6] M.Glišić: *Fundiranje arhitektonskih objekata*, Beograd, 2004.
- [7] T.Roje-Bonacci: *Posebna poglavlja iz temeljenja*, Split, 2007.

Kratka biografija:



Vanja Ješić rođena je u Novom Sadu 1985. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-konstrukcije odbranila je 2012. godine.



Prof. dr Đorđe Ladinović rođen je u Šidu 1956. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2002.god. Od 2004.godine je šef katedre za materijale i konstrukcije građevinskog odseka FTN.

ПРОЦЕНА СТАЊА, САНАЦИЈА И ДОГРАДЊА ЗИДАНОГ ОБЈЕКТА ASSESSMENT, REPAIR AND UPGRADE OF THE MASONRY BUILDING

Јелена Радун, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У првом – теоријском делу описане су основне технике санације и ојачања зиданих конструкција. У другом – стручном делу рада је приказана процена стања, санација и доградња зиданог објекта.

Abstract – The first – theoretical part of the paper describes the basic technique of repair and strengthening of masonry structures. The second – technical part of the paper represents assessment, repair and upgrade of the masonry building.

Кључне речи: Зидане конструкције, оштећења, санација, доградња

1. УВОД

У оквиру рада објашњене су основне технике санације зиданих конструкција, процењено је стање постојећег зиданог објекта спратности Су + Пр + 1, урађен је пројекат доградње једне етаже и предложене су потребне мере санације и ојачања за дограђену конструкцију објекта.

2. ТЕОРИЈСКИ ДЕО

У теоријском делу су описане основне технике санације и ојачања зиданих конструкција, кроз могућа решења, материјале и детаље извођења.

2.1. Технике санације и ојачања зиданих конструкција

Технике санације зидова од капиларне влаге – За спречавање продора капиларне влаге у зидове, у пракси се примењују следеће технике: пресецање зидова и уграђивање водонепропусних баријера, инјектирање, наношење исушивих паропропусних малтера и електроосмоза. Свака од ових техника има своје предности и мане, међутим као најефикаснија се сматра НИО-технологија. НИО-технологија је метода трајне заштите од капиларне влаге, која потпуним пресецањем зидова не угрожава њихову стабилност.

Санација прслина и пукотина – За санацију прслина и пукотина у зиданим конструкцијама се могу применити следеће технике: инјектирање, техника ушивања (STITCHING), запуњавање пукотина, ојачање мрежастом арматуром и ситнозрним бетоном или помоћу фероцемента и презиђивање у зонама великих оштећења. Свака од ових техника се користи у зависности од ширине прслина и пукотина.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Властимир Радоњанин, ванр. проф.

Санација и ојачање зидова – За санацију и ојачање зидова могу се применити следеће технике: санација зидова са трошним малтерским спојницама, формирање армираних зидова и ојачање зидова када је слободна дужина зида велика.

Ојачање углова и пресека зидова – Због недовољне повезаности сучељених зидова, честе су вертикалне пукотине на њиховим спојевима услед независног померања сваког зида или бочног савијања. За ојачање углова и пресека зидова се најчешће примењују следеће технике санације и ојачања: извођење вертикалних армиранобетонских серклажа, ојачање углова зиданих зидова челичним елементима, постављање додатне вертикалне арматуре и узенгија, утезање помоћу затега и преднапрезање.

Повезивање међуспратних таваница и зидова – У старим зиданим конструкцијама ретко постоје зидни серклажи који повезују таванице и зидове. Улога серклажа је да приликом потреса спречи одвајање зидова и да осигурају да се зграда за време потреса понаша као просторна конструкција. Због наведеног се врши накнадно извођење хоризонталних серклажа у нивоу међуспратне конструкције кроз целу дебљину зида или код зидова велике дебљине изводе се са унутрашње стране, а повезују се са преосталим делом зида помоћу можданика или помоћу анкера и челичних плоча.

3. СТРУЧНИ ДЕО

У оквиру стручног дела рада је приказана процена стања постојећег објекта, пројекат доградње једне етаже и потребне мере санације и ојачања објекта.

3.1. Процена стања

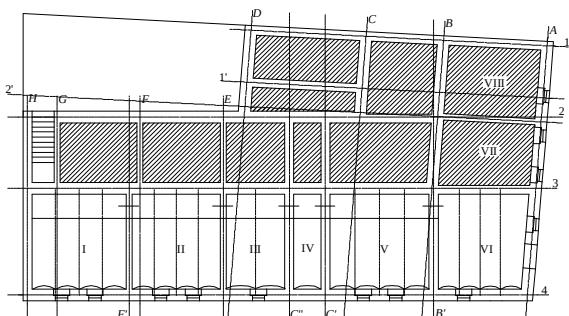
Основни подаци о објекту – Стамбени објекат се налази у улици Васе Пелагића бр. 7 у Новом Саду (слика 1).



Слика 1. Изглед стамбеног објекта

Димензије објекта и елементи конструкције – Стамбену зграду у основи можемо поделити на два дела (слика 2): на део објекта приближно правоугаоног облика са једном косом страном (између оса 2 и 4), где се испод једног дела налази

сутерен (поља означена бројевима I, II, III, IV, V, VI и VII); и на део објекта у облику неправилног четвороугла (између оса 1 и 2), где се, такође испод једног дела налази сутерен (поље VIII).



Слика 2. Основа сутерена (ознаке оса и поља)

У наставку је дат опис елемената конструкције, који је урађен на основу визуелног прегледа.

Темељи фасадних зидова су изведени као тракасти темељи зидани опеком старог формата дебљине 60 *cm* и 45 *cm*. У сутерену не постоји подна конструкција, већ само слој набијене земље. У конструктивном смислу објекат је масивна зидана зграда са носећим зидовима у оба ортогонална правца. Зидови су зидани од опека старог формата у следећим карактеристичним ширинама: 60 *cm*, 45 *cm*, 30 *cm*, 15 *cm*. Таваница сутерена је изведена као класичан пруски свод. Таванице приземља и спрата су изведене од дрвених греда 24/20 *cm*. Кровна конструкција је изведена као дрвени двоводни кров покривен црепом. Ради се о крову са двојном столицом, где је због нагиба већег од 25° осигурање од потиска у попречном правцу извршено клештима и косницима. Степениште за спрат је спирално, а сваки степеник је посебно укљештен у зид.

Визуелни преглед објекта – Детаљним визуелним прегледом обухваћени су сви доступни делови објекта унутра и на фасади.

На фасадним зидовима су регистрована оштећења која су последица капиларног пењања влаге и дејства мраза и манифестују се у виду отпалог фасадног малтера и то највише на местима фасадних украса. У сутеренском делу фасаде је локално испран малтер у спојницама и присутне су маховина и биљке (слика 3).



Слика 3. Локално испран малтер у спојницама, маховина и биљке у спојницама, зид у оси А

Оштећења у унутрашњости објекта се манифестују у виду трагова капиларног пењања влаге и отпадање малтера на зидовима приземља, као и отпадање малтера са плафона спрата услед прокишњавања. На зидовима сутерена су регистровани трагови влаге и

буђи. Малтер на доњој површини надстрешнице је трошан, испуцао и местимично отпао, због процуривања олучне инсталације. Поред дотрајале олучне инсталације, на детериорацију стања објекта утиче и оштећен кровни покривач (слика 4).



Слика 4. Оштећена надстрешница на углу зидова у осам А и 4

Тераса је ојачана са челичним I профилима на којима се може уочити корозија и омалтерисана је са доње стране малтером (слика 5). Дуж целе терасе, на доњој страни као и на горњој страни, се пружају прсине без правилног распореда.



Слика 5. Кородирани челични I профили и прсине са доње стране, зид у оси 2

Спирално степениште је у лошем стању. Прва два степеника су окрњена и са пукотинама. Са доње стране степеништа је регистрована пукотина, која пролази између два степеника (слика 6).



Слика 6. Пукотина на степеништу

Анализа и оцена стања објекта – Генерално се за цео објекат може закључити да је функционалност објекта делимично нарушена, да општа стабилност објекта тренутно није угрожена, да је носивост појединих елемената конструкције смањена и да је трајност објекта значајно смањена. Одговарајућим санационим мерама се објекат може спасити од даљег пропадања и може му се обезбедити захтевана функционалност, потребна стабилност и носивост и задовољавајућа трајност.

3.2. Санација и доградња

Технички опис – Предвиђена је доградња једне етаже као и санација и ојачање постојећег објекта.

На основу контроле напона постојећих тракастих темеља закључено је да се пројектована доградња може остварити уз услов интервенције на постојећим тракастим темељима. Предвиђено је да се постојећи тракасти темељи ојачају, подбетонирањем постојеће темељне траке новом темељном траком димензија 40/130 *cm*.

У конструктивном смислу ради се о зиданој конструкцији коначне спратности Су + Пр + 2. Предвиђено је да се носећи зидови у дограђеном спрату зидају сипорекс блоковима, а преградни опеком. Како у постојећем објекту нема вертикалних и хоризонталних серклажа пројектовано је њихово извођење по обимним и унутрашњим зидовима. У постојећем објекту пројектовано је да се све надвратне и надпрозорне греде замене армиранобетонским гредама.

Таваница новог спрата се пројектује као лака полумонтажна типа *FERT*, дебљине 14+5 *cm*. Предвиђена је замена таваница сутерена, приземља и првог спрата новим таваницама типа *FERT*, дебљине 14+5 *cm*. У склопу таванице првог спрата је пројектовано извођење терасе као армиранобетонске плоче, као и замене постојеће терасе новом армиранобетонском терасом.

За вертикалну комуникацију у дограђеном делу је пројектовано армиранобетонско трокрако степениште. Такође, предвиђено је да се постојеће спирално степениште уклони и изведе ново армиранобетонско трокрако степениште.

За спречавање капиларне влаге предвиђена је примена *НЮ*-технологије у свим зидовима сутерена и на преосталим зидовима приземља, у делу објекта где нема сутерена. Пројектовано је извођење армиранобетонске подне плоче сутерена и нове подне плоче приземља са потребном хоризонталном хидроизолацијом, као и извођење вертикалне хидроизолације са спољне стране зидова у сутерену. Предвиђена је санација фасаде и оштећења на фасадним зидовима, као и санација неправилности у унутрашњости објекта.

Статички прорачун – Прорачун елемената конструкције је урађен у складу са одговарајућим техничким прописима. Контролом носивости конструкције је добијено да су упоредни напони мањи од дозвољених за све носеће зидове и да није потребно ојачање зидова.

Предлог санационих мера и ојачања – На основу визуелног прегледа објекта и извршеног статичког прорачуна урађен је предлог санационих мера и ојачања конструкције објекта.

Поступак извођења нових тракастих темеља се састоји из неколико фаза. Прво се врши широк ископ, најпре машински, а потом и ручно око објекта у кампадама. Ископ испод старог темеља треба извршити у дубини све до предвиђеног проширења нове стопе. Ширина равног дела откопа је 80 *cm*, где је коси део под углом од 60° у односу на хоризонталу. Ламеле су ширине 100 – 150 *cm*, а најмање растојање једне до друге ламеле које су у фази рада је 300 – 450 *cm*. Земљу треба добро очистити са доње површине старог темеља, како би се створили услови за тесну везу између старе и нове стопе. Након тога се насипа

слој шљунка дебљине 20 *cm* на тло у ширини темеља (130 *cm*). Поставља се оплата од дасака у ширини ламеле за бетонирање темеља. Поставља се арматура у пројектовани положај у дужини једнакој ширини кампаде, која је добијена статичким прорачуном. Затим се налива бетон *МВ 20* у кампаде, при томе се у свакој кампади бетонира дужина темеља која је за 40 *cm* краћа од ширине кампаде како би се омогућило повезивање арматуре две суседне кампаде. Радови се настављају све док се не заврши и последња кампада. Поступак извођења надвратне греде за зид дебљине 30 *cm* се састоји из неколико фаза. Прво се врши подупирање отвора по целој ширини и дебљини. Након тога се ваде опеке до половине дебљине зида што износи 15 *cm*, на висини која је једнака висини надвратне греде 23 *cm* што чини три реда опеке, с тим што се из једног реда опеке ваде целе, а из следећег реда се опеке морају сећи на половину. Изнад ова три реда, опеке се ваде из још три реда степенасто, како би се омогућило наливање бетона. Након тога се поставља оплата и стиропор, па арматура *2RΦ14+2RΦ10* и узенгије *UΦ6/25*. Налива се бетон *МВ 20* у ову половину греде. Када је завршена прва половина надвратне греде, ваде се опеке из друге половине, поставља се оплата, арматура *2RΦ14+2RΦ10* и отворене узенгије *UΦ6/25* које се заварују за узенгије у другој половини греде са дужином вара 5 *cm*, а потом се налива бетон *МВ 20*. Након одређеног периода уклања се оплата, враћају се опеке изнад греде и уклањају се подупирачи. Предвиђено је да се надвратне греде у зидовима дебљине 15 *cm* изводе целом дужином зида, јер имају и улогу хоризонталног серклажа.

Поступак извођења надпрозорних греда је сличан поступку извођења надвратних греда.

Поступак извођења вертикалног серклажа се састоји из неколико фаза. Прво се уклања део зида по вертикали и део хоризонталног серклажа постојеће таванице. Поставља се вертикална арматура *6RΦ14* и утеже се узенгијама *UΦ6* на размаку од 20 *cm*. Поставља се оплата и налива се бетон *МВ 30*. Након одређеног периода уклања се оплата.

Поступак извођења таваница на месту постојећих таваница се састоји из неколико фаза. Уклањају се постојеће таванице од тавањача (односно пруски свод у сутерену). Формирају се гредице, тако што се у елементе типа каналице поставља решеткасти носач (*BINOR D*) и додатна арматура, који се након смештања заливају ситнозрним бетоном *МВ 30*. Након очвршћавања гредице се постављају у пројектовани положај на размаку од 40 *cm*. Након тога се постављају подупирачи, а потом се постављају одговарајући блокови између постављених гредица. Након тога се бетонира притисна плоча дебљине 5 *cm* са бетоном *МВ 20* уз претходно постављање арматуре у оба ортогонална правца *RΦ6/25*. Након одређеног периода се уклањају подупирачи. Поступак извођења таванице другог спрата је идентичан горе наведеном поступку, с тим што нема постојеће таванице коју је потребно уклонити.

Поступак извођења армиранобетонске терасе која је у склопу таванице приземља се састоји из неколико фаза. Уклања се постојећа плоча и челични *I* профили

по кампадама. Ламеле су ширине 100 – 150 *cm*, а најмање растојање једне до друге ламеле које су у фази рада је 300 – 450 *cm*. Поставља се оплата од дасака, у ширини ламеле, и подупирачи, а затим се поставља арматура у пројектовани положај у дужини једнакој ширини кампаде, која је добијена статичким прорачуном. Након тога се налива бетон *MB 30* у кампаде, при томе се у свакој кампади бетонира дужина терасе која је за 25 *cm* краћа од ширине кампаде како би се омогућило повезивање арматуре две суседне кампаде. Радови се настављају док се не изведе и последња кампада.

Поступак извођења армиранобетонске терасе која је у склопу таванице првог спрата се састоји из неколико фаза. Постављају се оплата и подупирачи, а затим и потребна арматура добијена статичким прорачуном. Након тога се врши бетонирање плоче бетоном *MB 30*. Затим се након одређеног периода уклањају оплата и подупирачи.

Хоризонтални серклажи се изводе у склопу извођења таванице за зидове дебљине 30 *cm*, 45 *cm* и 60 *cm*, ширине која одговара дебљини зида и армирају се са најмање *4RΦ14* и узенгијама *Φ6* на растојању од 25 *cm*. Поступак извођења хоризонталног серклажа се састоји из две фазе као и извођење надвратне и надпрозорне греде.

Поступак извођења новог степеништа се састоји из неколико фаза. Руши се и уклања постојеће спирално степеништа заједно са зидовима испод степеништа који затварају степенишни простор. Уклањање штемовањем половине дебљине зида у оси 1 на четири места, на коти 1 *m*, ширине 25 *cm* и висине 30 *cm*, где ће се увући коленасте греде. Постављају се оплата и арматура степеништа. Након тога се бетонира новопроектиовано степениште четворофракцијским бетоном *MB 30*. Након одређеног периода се уклања оплата. Поступак извођења трокраког армиранобетонског степеништа за вертикалну комуникацију између првог и другог спрата је идентичан горе наведеном поступку, с тим што нема постојећег спиралног степеништа које је потребно уклонити.

Поступак у примени *НЮ*-технологije се састоји из неколико фаза. Обија се стари малтер у висини најоптималније спојнице кроз коју ће се резати. Одређује се нивелета пресецања и констатују сви продори инсталација. Буше се рупе у зиду ради провлачења дијамантске резне сајле на пројектованој нивелети. Рупе се буше цилиндарским дијамантским крунским бургијама *Φ52mm*. Након тога се пресецају зидови дијамантском сајлом, чија дужина зависи од дебљине зидова. Пресецање се изводи у кампадама, након чега се врши чишћење реза од прашине ваздухом под притиском или специјалним усисивачима. Затим се припремају *НЮ*-мастер шине брушењем на потребну дебљину зида. Маса за инјектирање (цемент, полимер и адитиви) се помоћу пумпе под високим притиском (30 *bara*) и специјалне игле инјектира у резове. Кроз инјектиран рез једна за другом шнирају се и утискују *НЮ*-мастер шине по принципу перо-жлеб.

Поступак извођења хоризонталне хидроизолације у поду сутерена и поду приземља, у делу објекта где нема сутерена, се састоји из неколико фаза. Ископ земље у свим просторијама сутерена дубине 25 *cm*. Износи се откопана земља из сутерена и односи се са градилишта. Насипа се слој шљунка дебљине 10 *cm*. Након тога се бетонира слој мршавог бетона дебљине 6 *cm*. Преко слоја мршавог бетона се поставља хидроизолација од битумена која се на деловима уз зидове превија преко *НЮ*-мастер шине за 10 *cm*. Завршни слој се изводи као армиранобетонска плоча дебљине 10 *cm*.

Поступак извођења вертикалне хидроизолације на спољним зидовима у зони сутерена се састоји из неколико фаза. Након ископа околног тла за потребе ојачања постојећих зиданих темљних трака, искористиће се и за постављање вертикалне хидроизолације. Постављају се битуменске траке чија се уградња може радити лепљењем врућом битуменском масом или заваривањем гасним пламеником. Битуменске траке се постављају од горње ивице тракастог темеља до 30 *cm* изнад површине тла. Преко битумена предвиђа се постављање рељефне заштите мембране од полиетилена од 8 *mm*. Након тога се насипа земља у широк ископ, вишак земље се односи са градилишта. Када су сви радови на санацији и доградњи објекта завршени може се извести фасада и завршни радови у унутрашњости објекта.

4. ЗАКЉУЧАК

Оштећења на објекту и елементима конструкције су таквог карактера да је потребно извршити одговарајуће санационе мере и ојачање елемената конструкције, да би се могла извести доградња једне етаже.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. Мурављов, Б. Стевановић: „Зидане и дрвене конструкције зграда“, Београд, 1999.
- [2] Ж. Радосављевић, Д. Бајић: „Армирани бетон 3“, Београд, 2007.
- [3] С. Стевановић: „Фундирање 1“, Београд, 1989.
- [4] В. Радоњанин, М. Малешев: Материјал са предавања из предмета „Оштећења и санација зиданих, челичних и дрвених конструкција“, Нови Сад, 2009.

Кратка биографија:



Јелена Радун рођена је у Дрвару 1987. год. мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Конструкције одбранила је 2012. год.

UPOREDNA ANALIZA UGOVORA PREMA OPŠTIM USLOVIMA GRAĐENJA

COMPARATIVE ANALYSIS OF GENERAL TERMS FOR CONSTRUCTION CONTRACTS

Vojislav Sedlan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je izvršena uporedna analiza o uslovima građenja prema regulativi u Srbiji sa ugovorom prema FIDIC-ovim opštim uslovima i izvršeno je poređenje.

Abstract – In this paper is presented example of construction contract in the framework of our practice according to FIDIC general terms, and they were compared.

Ključne reči: Ugovor, Opšti Uslovi, FIDIC, Ugovaranje, Komparacija.

1. UVOD

U cilju uspešne realizacije izgradnje, neophodno je pre svega izvršiti detaljnu analizu projekta, usvojiti adekvatnu tehnologiju građenja i izvršiti organizaciju građenja. Detalje svih ovih procesa trebalo bi obuhvatiti preciznim ugovorom između Naručioca i Izvođača. Ugovor je hijerarhijski najznačajniji dokumenat i definiše kompletan proces, od potpisivanja, do okončanja ugovora, sa jasno definisanim odnosima i obavezama ugovornih strana. Ugovor o građenju se zaključuje u pismenoj formi.

U cilju određivanja kodeksa ponašanja i poslovanja inženjera konsultanata širom sveta, nastao je FIDIC. Akronim FIDIC (u originalu na francuskom jeziku : "Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils") znači Međunarodna federacija inženjera konsultanata. Činjenica da federacija nosi naziv na francuskom jeziku svedoči o njenom nastanku, odnosno o osnivanju od strane tri isključivo frankofone države : Belgije, Francuske i Švajcarske. Federacija je osnovana 1913. godine i nalazi se u Ženevi u Švajcarskoj. Predstavlja industriju inženjera konsultanata u svetu , tako što promovise poslovne interese preduzeća koja obezbeđuju intelektualne usluge zasnovane na tehnologiji za potrebe projekata izgradnje i prirodnog okruženja uopšte.

U okviru ovog zadatka izvršena je izrada predloga ugovora o izvođenju građevinskih radova prema FIDIC-ovim opštim propisima.

Svaki projekat je jedinstven, samim tim su i ugovori različiti, pa se pri njihovom pisanju treba koristiti najboljim saznanjima iz prakse, stoje upravo FIDIC-om i obuhvaćeno.

Ugovor treba da bude napisan izbalansiranim rečenicama između pravne preciznosti i praktičnosti. Sastavni delovi ugovora su sačinjeni od upustava iz dobre inženjerske prakse i pripremili su ih inženjeri radi jednostavnije upotrebe.

NAPOMENA:

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

2. UGOVARANJE GRAĐENJA PREMA REGULATIVI U SRBIJI

Sastavni i neodvojivi deo svakog Ugovora "O izvođenju građevinskih radova" je ponuda. Na osnovu prihvaćene ponude zaključuje se Ugovor između Naručioca i Izvođača. Ustupanje izgradnje objekta, putem prikupljanja ponude, vrši se na osnovu prethodno konkursa o podobnosti Izvođača. Konkurs o podobnosti izvođača raspisuje Naručilac javnim oglasom.

Javna nabavka je pribavljanje dobara i usluga ili ustupanje izvođenja radova od strane državnog organa, organizacije, ustnove ili drugih pravnih lica.

Javni poziv za javnu nabavku oglašava se u "Službenom glasniku Republike Srbije" i u jenom od dnevnih listova, kao i na web site-u Uprave. Javni poziv sadrži: podatke o Naručiocu, predmetu nabavke, uslovima za učestvovanje, kriterijumima, vremenu i mestu uvida u konkursnu dokumentaciju, vremenu i mestu podnošenja ponude, okvirnom datumu donošenja odluke o dodeli ugovora o javnoj nabavci, kao i o imenu osobe za kontakt koja će pružati dodatne informacije. Naručilac je dužan da obezbedi da se postupak javne nabavke sprovedi i izbor ponuđača vrši u rokovima i na način propisan u skladu sa Zakonom o javnim nabavkama. Takođe on ne može ograničiti konkurenciju među ponuđačima.

Dodela ugovora o javnim nabavkama može se vršiti u:

- 1) otvorenom postupku
- 2) restriktivnom postupku
- 3) postupku sa pogađanjem.

3. UGOVARANJE PO FIDIC-ovim OPŠTIM USLOVIMA

Po FIDIC-u "Celokupni ugovor" obuhvata sam tekst Ugovora, Pismo o prihvatanju ponude, Pismo o ponudi, Uslove, Specifikaciju, Crteže, Raspored radova i ostale dokumente (ako ih ima) navedene u tekstu Ugovora ili u Pismu o prihvatanju ponude.

Ugovor je dvostrani pravni posao koji nastaje saglasnim izjavama volje najmanje dveju strana. Strane će zaključiti Ugovor u roku od 28 dana nakon što Izvođač primi Pismo o prihvatanju Ponude, osim ako nije drugačije određeno u Posebnim uslovima. Troškove overe i druge dažbine (ako ih ima) propisane zakonom, a u vezi zaključenja Ugovora, snosi Investitor.

Izvođač dostavlja "Pismo o Ponudi" Investitoru. "Pismo o Ponudi" je dokument naslovljen kao pismo o ponudi i sadrži potpisanu ponudu Investitoru u vezi sa radovima.

Pismo o prihvatanju je dokument potpisan od strane Investitora, o formalnom prihvatanju Pisma o ponudi,

uključujući i bilo koju dodatnu belešku koja čini potpisan sporazum između obe Strane. U nedostatku ovog dokumenta o prihvatanju, izraz "Pismo o prihvatanju" znači Ugovor, a datum slanja ili primanja Pisma o prihvatanju je datum potpisivanja Ugovora.

Specifikacija znači dokument naslovljen kao specifikacija, kao što stoji u Ugovoru, kao i sve izmene i dopune specifikacije u skladu sa Ugovorom. Ovaj dokument daje specifikaciju radova.

Crteži znači crteži radova, kao što stoji u Ugovoru, kao i sve izmene i dopune crteža izdate od strane Investitora, a u skladu sa Ugovorom. Ugovor se reguliše u skladu sa Zakonima države ili prema zakonima drugog pravosuđa koje je navedeno u Prilogu ponude. U slučaju neslaganja između verzija Ugovora, odredbe na jeziku koji je u Prilogu Ponude označen kao preovlađujući će biti važeće. Jezik za komunikaciju će biti onaj koji je naveden u Prilogu Ponude. Ako pitanje jezika nije definisano u Prilogu ponude, jezik za komunikaciju će biti onaj na kome je napisan Ugovor.

Dokumenti koji sačinjavaju Ugovor smatraju se međusobno komplementarnim. Dokumenta obuhvataju:

- 1) Ugovor
- 2) Pismo o Prihvatanju Ponude
- 3) Ponuda
- 4) Posebni uslovi
- 5) Opšti Uslovi
- 6) Specifikacije
- 7) Crteži
- 8) Rasporedi - tabele, i druga dokumenta koja su deo Ugovora.

Prema FIDIC-u ugovor se sastoji se od sledećih odeljaka:

- Obrazac ugovora
- Opšti uslovi ugovora
- Posebni uslovi ugovora
- Obrazac garancije za izvođenje
- Obrazac garancije o avansnom plaćanju
- Obrazac o zadržavanju garantnog depozita.

UGOVOR — Contract

1. Obrazac ugovora — Form of Contract Agreement

Obrazac ugovora daje se u vidu standardnog obrasca, koji sadrži osnovne podatke o predmetu ugovora (naziv projekta, ugovorne strane, ugovorna cena, rokove i dr.) i potpisuje se od strane ugovornih strana, eventualno uz prisustvo svedoka.

2. Opšti uslovi ugovora — General Conditions of Contract

Opšti uslovi ugovora su po pravilu definisani u različitim modelima licitacione dokumentacije i ne mogu se menjati, a grupisani su na sledeći način:

a) Preliminarne odredbe (definicije, zakonska regulativa, jezik ugovora, redosled preimущества ugovorenih dokumenata, obaveštenja i pismena saopštenja, pod izvođenje)

b) Obaveze poslodavca (obezbeđenje dokumenata, pristup gradilištu, pomoć u vezi sa lokalnim zakonima)

c) Obaveze izvođača radova (opšte obaveze, nadgledanje radova, garancija za izvođenje, osiguranje, program obavljanja radova, detaljna analiza cena, izvođački crteži, sveobuhvatnost cena u ponudi, izuzetni rizici, obezbeđenje gradilište, uticaj na saobraćaj, uticaj na podzemne-nadzemne instalacije, obeležavanje,

građevinski otpadni materijal, postupak u slučaju otkrića arheološkog, rudnog i sličnog nalazišta, privremeni radovi, ispitivanje tla, ugovori koji se preklapaju, patenti i licence)

d) Početak radova i kašnjenje (nalog za započinjanje, period trajanja radova, produžetak roka za izvršenje radova, kašnjenje u završetku radova, varijacije i modifikacije, obustava radova)

e) Materijal i izrada (registar radova, poreklo, kvalitet radova i materijala, inspekcija i testiranje, odbijanje, vlasništvo postrojenja i materijala)

f) Plaćanje (opšte odredbe, avans, iznos koji se zadržava, revizija cena, merenje, privremene situacije, okončana situacija, odložene uplate, plaćanja trećim stranama, zahtev za dodatnim uplatama, plaćanje u stranoj - nacionalnoj valuti)

g) Prijem i održavanje (opšte odredbe, testiranje po završetku radova, delimični prijem, uslovni prijem, period odgovornosti za nedostatke, finalni prijem)

h) Kršenje i raskid ugovora (kršenje ugovora, raskid od strane poslodavca, raskid od strane izvođača radova, viša sila)

i) Rešavanje sporova

j) Odredbe o etičkim aspektima.

3. Posebni uslovi ugovora - Spécial Conditions of Contract

Posebnim uslovima ugovora preciziraju se pojmovi i definicije dati u opštim uslovima. Treba obezbediti konzistentnost odredbi navedenih u posebnim uslovima, kao i odredbi u opštim uslovima na koje se odnose (primenjivati ista zaglavlja, naslove i brojeve odredbi).

4. Obrazac garancije za izvođenje - Performance Bond

Daje se u vidu standardnog obrasca. Izvođač treba da obezbedi ovakvu garanciju na memorandumu prihvatljive (odabrane) banke. Garancija na izvođenje obično iznosi 10 % Ugovorene cene.

5. Obrazac garancije o avansnom plaćanju - Advance Payment Bond

Daje se u vidu standardnog obrasca. Poslodavac treba da odluči da li da odobri avansno plaćanje i obezbedi ovakvu garanciju na memorandumu prihvatljive (odabrane) banke. Obično se unapred daje iznos od 10% Ugovorene cene.

6. Obrazac o zadržavanju garantnog depozita - Retention Money Bond

Obrazac se daje u vidu standardnog obrasca. Poslodavac treba da odluči da li je Garancija za izvođenje od 10% dovoljna, ili je potrebno uvođenje depozita i da obezbedi ovakvu garanciju na memorandumu prihvatljive (odabrane) banke

Ukoliko je iznos od 10% opravdan, polovina tog iznosa može se osloboditi po izdavanju potvrde o preuzimanju, a druga polovina po izdavanju potvrde o oslobađanju od odgovornosti za propuste.

Po FIDIC-ovim opštim uslovima ovaj primer je razrada Ugovora datog u primeru. Predstavlja klasičan ugovorni model sa mnoštvom odredbi o bitnim elementima ugovora i razrađenim pravima i obavezama ugovornih strana. Opširniji je i sadržajni, što se na prvi pogled da uočiti, jer ima čak 74 člana, od kojih neki članovi sadrže više a neki manje stavova.

Članovi su grupisani i svrstani u sledeće podnaslove:

- predmet ugovora

- ugovorna cena i plaćanje
- početak radova, kašnjenje i obustava
- investitor
- rukovodilac izgradnje
- izvođač
- osoblje i radna snaga
- postrojenje, materijali i kvalitet
- testiranje i završetak radova
- preuzimanje radova od strane investitora
- odgovornost za nedostatke
- određivanje obima radova i njihova procena
- izmene i modifikacije
- raskid ugovora od strane investitora
- obustava i raskid od strane izrade izvođača.

4. UPOREDNA ANALIZA DVA PRIMERA UGOVORA

Ako analiziramo i uporedimo primer 1 Ugovora, prema trenutnoj praksi u našem građevinarstvu i primer 2 Ugovora, prema FIDIC-ovim opštim uslovima, možemo uvideti zašto i u čemu je drugi navedeni primer ugovora bolji. Šta je to, navedeno u primeru 2 Ugovora, a bitno je, što je primerom 1 Ugovora izostavljeno, npr. :

- Izvođač mora da dostavi garanciju da bi Investitor izvršio plaćanje avansa u vidu beskamatne pozajmice
- da ako Izvođač ne primi uplatu avansa, ima pravo na naplatu troškova
- da Izvođač prvo dostavi izjavu o Završnom obračunu, Investitoru, sa iznosom koji on smatra da je plativ u njegovu korist. Takođe, navedeno je da Rukovodilac izgradnje, potom dostavlja Izvođaču okončanu situaciju sa iznosom koji je opravdano utvrdio da treba da plati
- navedeno je da Investitor treba da obavesti Izvođača o datumu početka radova, kao i najkasniji rok za to
- da Izvođač mora da dostavi Rukovodiocu izgradnje vremenski raspored izvođenja radova, kao i izmenjeni raspored ako do njega dođe
- da Izvođač u slučaju produženja roka mora o tome da obavesti Rukovodioca izgradnje, kao i to da Rukovodilac izgradnje treba da razmotri takav zahtev i donese odluku o produženju roka
- navodi se šta se dešava kada je odlaganje prouzrokovano merama nadležnih organa
- da je Izvođač dužan da plati naknadu štete prouzrokovane kašnjenjem i da je u obavezi da završi radove
- takođe, Rukovodilac izgradnje može u bilo kom trenutku da naloži Izvođaču da obustavi radove
- Izvođač je dužan za adekvatnost, stabilnost i bezbednost svih radnji na gradilištu i za sve metode izvođenja radova
- Izvođač mora obezbediti Izvođačku garanciju za dobro izvršenje posla i to o svom trošku. Garancija treba da bude izdata od banke sa kojom se Investitor složio
- Izvođač mora da omogućiti obavljanje poslova Personalu Investitora kao i licima zaposlenim u nadležnim legalno konstituisanim državnim organima
- da Izvođač mora poštovati sve važeće propise o zaštiti na radu
- da ako Izvođač naiđe na nepredvidive fizičke uslove ima pravo na produženje roka, kao i na naplatu troškova
- da je Izvođač odgovoran za prevoz, utovar, prijem i istovar materijala

- da će Izvođač preduzeti sve mere za zaštitu životne sredine
 - da je izvođač odgovoran za sprečavanje ulaska neovlašćenih osoba na gradilište
 - da ako Izvođač pretrpi kašnjenje ili trošak usled propusta Investitora da omogućiti pravo pristupa i poseda u predviđenom roku, Izvođač ima pravo na produženje roka i naplatu troškova
 - navedeno je i da je Investitor dužan podneti razuman dokaz da je finansijski sposoban da Izvođaču isplati ugovornu cenu
 - Izvođač je dužan da obezbedi plaćanje, smeštaj, ishranu i prevoz za radnu snagu, kao i zdravstvenu zaštitu i zaštitu na radu
 - Navodi se i u kojim slučajevima Rukovodilac izgradnje ima pravo da zahteva od Izvođača da u određenim situacijama udalji bilo koje lice zaposleno na gradilištu
 - da Personal Investitora u svako doba ima nesmetan pristup svim delovima gradilišta i da u toku izgradnje ima pravo da vrši pregled, merenje i testiranje materijala i kvaliteta izrade
 - da Rukovodilac izgradnje ima pravo da odbije materijale i kvalitet izrade ako utvrdi nedostatke, kao i to da ako to izaziva dodatne troškove, Izvođač je dužan nadoknaditi te troškove Investitoru
 - da ako se pojave nedostaci Investitor je dužan da obavesti Izvođača o tome, kao i da će svi radovi uklanjanja nedostataka biti na odgovornost i o trošku Izvođača, kao i slučajevi u kojima to važi
 - navodi se i to, šta se dešava ako Izvođač ne otkloni nedostatak ili oštećenje u razumnom roku
 - da Rukovodilac izgradnje mora izdati potvrdu o dobrom izvršenju posla jer je to jedini dokument koji dokazuje da su radovi prihvaćeni
 - Izvođač je dužan ukloniti svu potrebnu opremu izvođača, višak materijala, olupine i otpad, kao i to šta se dešava ako on to ne uradi u određenom roku navedeno je da Rukovodilac izgradnje, pre izdavanja potvrde o preuzimanju, može inicirati izmenu i šta ta izmena može da obuhvati navedeno je da Investitor ima pravo da raskine Ugovor, u kojim to slučajevima i kako se tada vrši plaćanje
 - takođe, navedeno je i da Izvođač ima pravo da raskine Ugovor, u kojim slučajevima i kako se tada obavlja plaćanje.
- Sve ovo prethodno izloženo je navedeno u primeru 2 Ugovora "o izvođenju građevinskih radova" po FIDIC-u i precizirano kako bi obe ugovorne strane znale kako da postupe u svakoj situaciji i doprinele uspešnom okončanju posla i samoj realizaciji Ugovora. A to je i cilj svakog posla koji se odnosi na izvođenje građevinskih radova bilo da su u pitanju manja ili veća investiciona ulaganja. Do detalja razrađena prava i obaveze kako Investitora tako i Izvođača, daju odgovor na to zašto je primer 2 Ugovora po FIDIC-u bolji u svakom smislu.
- Kao što je već napomenuto, jedna od bitnih stvari, zbog koje ugovori po FIDIC-u imaju prednost, je rizik. Rizik je kombinacija verovatnosti ili učestalosti, pojave određenog događaja i veličina posledica tog događaja.
- $$\text{RIZIK} = \text{DOGAĐAJ} * \text{POSLEDICA}$$
- Ugovorom po FIDIC-u obuhvaćeno je i jasno definisano :
- koja strana može najbolje predvideti rizik
 - ko može najbolje kontrolisati rizik

- koja strana može najbolje nositi rizik
- koja strana najviše trpi ili koristi ako se rizik pojavi.

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio da izradi predlog ugovora o izvođenju građevinskih radova prema FIDIC-ovim opštim propisima. Takođe, izvršena je analiza dva načina ugovaranja:

- 1) analiza ugovaranja izvođenja radova u građevinarstvu prema regulativi u Srbiji
- 2) analiza ugovaranja izvođenja radova u građevinarstvu prema FIDIC-ovim opštim propisima.

Ugovor o građenju je ugovor o delu kojim se Izvođač obavezuje da prema određenom projektu sagradi u ugovorenom roku odrđenu građevinu na određenom zemljištu, a Naručilac se obavezuje da mu za to isplati određenu cenu.

Za analizu, ugovaranja izvođenja radova u građevinarstvu u sadašnjim okvirima naše prakse, uzet je primer 1. Ugovora "O izvođenju građevinskih radova". Ovaj primer ugovora predstavlja standardnu i veoma čestu formu ugovora koji se javlja kod nas. Predmet tog ugovora je "Izgradnja Poslovno-Stambenog Objekta". Ugovor je veoma sažet i sadrži dvadesetak članova, a svaki član sadrži po nekoliko uobičajenih osnovnih stavova.

Može se zaključiti da ovako sačinjenim Ugovorom, nisu obuhvaćeni i predviđeni mnogi problemi do kojih može doći u toku izvođenja radova, što za manje investicione objekte ne predstavlja toliki problem, ali u slučaju velikih investicionih ulaganja, može izazvati ozbiljan problem. Pri tome obe ugovorne strane mogu doći u situaciju da budu oštećene.

Zaključak je da su sagledani svi aspekti rešenja, mogućih problema koji mogu nastati pri izvršavanju obaveza Ugovora. Detaljno su definisane obaveze kako Izvođača, tako i Investitora, kojih su oni dužni da se pridržavaju po Ugovu. Ovako jasno formulisanim Ugovorom, manje su mogućnost nastanka nesporazuma između ugovornih strana, čime su isključeni i sudski sporovi.

Razlike ugovora po FIDIC-u, su te :

- što su oni izbalansirani tako da rizik snose obe strane, srazmerno njihovim pravima i obavezama naznačenim u samom ugovoru. Ono što nije tako čest slučaj, je to da Izvođač preuzima veći rizik na sebe ali to za sobom povlači i znatno višu cenu radova
- oni su detaljno sačinjeni uz pomoć pređašnjih saznanja

- oni su veoma dobro prihvaćeni jer je njihov sadržaj veoma konkretan i jasan tako da je postao primenljiv i kao međunarodni ugovor

- oni su takođe, podržani od strane banaka i međunarodnih finansijskih institucija jer su potpisivanjem takvih ugovora jasno definisana njihova ulaganja i njihovi rizici u tom poslu

- izuzetno su efikasni i dobro služe svrsi regulisanja odnosa između obe strane tako što imaju jasne i potpune uslove, eksplicitne i razumne rokove.

Postoji sve veća potreba za upoznavanjem sa međunarodno usvojenim procedurama za realizaciju projekta zbog pojave projekata u Srbiji, koji se finansiraju delom iz kredita koje našoj zemlji daju strane finansijske organizacije, kao i zbog sve veće potražnje naših stručnjaka na projektima u inostranstvu. Ali u našoj zemlji još nisu stečeni uslovi za tipizaciju i standardizaciju ugovora o građenju, uz punu primenu FIDIC-ovih opštih uslova. Do tada ostaje na nama da promenimo način razmišljanja i da se trudimo da problem rešimo i svedemo na minimum pre nego što do njih dođe. Naravno, to možemo postići dobro formulisanim i preciznim Ugovorom.

6. LITERATURA

- [1] www.fidic.org
- [2] Privredna Komora Srbije - www.pks.rs;
- [3] Zakon o javnim nabavkama -Službeni glasnik RS, broj 116/08;
- [4] USLOVI UGOVARANJA ZA GRAĐEVINSKE RADOVE, PRVO IZDANJE, 1999 – CRVENA KNJIGA ZA GRADJEVINSKE I TEHNIČKE POSLOVE KOJE JE PROJEKTOVAO INVESTITOR;-Fidic
- [5] Posebne uzanse o građenju- Službeni list SRFJ, br. 18/77.
- [6] www.yu-build.rs

Kratka biografija:



Vojislav Sedlan rođen je u Gračacu 1986.god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Građevinski Menadžment odbranio je u februaru 2012.god.

АНАЛИЗА ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТНОЈ МРЕЖИ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ СА ПРИМЕРОМ ПОБОЉШАЊА ОПАСНИХ МЕСТА У ЗОНИ ЛЕСКОВЦА**ANALYSIS OF "BLACK SPOTS" ON THE ROAD NETWORK OF THE REPUBLIC OF SERBIA WITH EXAMPLE OF SAFETY IMPROVEMENTS NEAR THE LESKOVAC**

Слободан Јуришић, Небојша Радовић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У раду је приказана анализа опасних места на путној мрежи Републике Србије са примером побољшања опасних места на путу М-9 у зони Лесковца. Радом су обухваћени показатељи безбедности саобраћаја, идентификација и управљање опасним местима са посебним освртом на безбедност саобраћаја у зони површинске раскрснице. Такође је описана и провера сигурности пута (RSA) и поступак санације опасних места. Рад садржи пример мера за побољшање безбедности саобраћаја на путу М-9 у зони Лесковца.

Abstract – This paper presents an analysis of sports on the road network of the Republic of Serbia with the example of road safety improvements on main road M-9 near the Leskovac. The project presents the indicators of road safety, identification and management of "black spots" on the road network with special emphasis on the at level intersections. Road Safety Audit is also described as well as procedure for improvement of "black spots". The project contains also an example of road safety improvements on the road M-9 near the Leskovac.

Кључне речи: Путна мрежа, безбедност саобраћаја, опасна места, управљање

1. УВОД

У овом раду је описан поступак за анализу опасних места на путној мрежи Републике Србије. Радом је обухваћен теоријски и практични део. У теоријском делу рада је описана идентификација и управљање опасним местима и мере за побољшање опасних места на путној мрежи. У практичном делу је приказан пример решавања вишегодишњег опасног места на магистралном путу М-9 у зони Лесковца.

2. ТЕОРИЈСКИ ДЕО**2.1 ДЕФИНИЦИЈА ОПАСНОГ МЕСТА**

Један од првих начина идентификације деоница пута које угрожавају безбедност саобраћаја је концепт "црних тачака". За дефинисање црне тачке потребна су три елемента:

- 1) број саобраћајних несрећа
- 2) дужина посматране деонице пута
- 3) разматрани временски период

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из - мастер рада чији ментор је био доц. др Небојша Радовић.

Неравномеран број саобраћајних несрећа

Због тога врло је важно анализирати путну мрежу током:

- репрезентативног временског периода у коме се појављује број са статистичком важношћу
- периода у коме се нису догодиле никакве измене путне инфраструктуре.

2.2 ИДЕНТИФИКАЦИЈА ЦРНИХ ТАЧАКА

Управљање "црним тачкама" је итеративна процедура са одређеним регионалним оквиром:

- засновано је на извештавању о подацима о саобраћајним несрећама,
- уз помоћ ових информација откривају се "црне тачке".
- распоређивање санационих мера за цео регион у складу са расположивим буџетом.

2.3 ДЕФИНИЦИЈА "ЦРНИХ ТАЧАКА"

Сви елементи пута дужине једног километра за анализу "црне тачке" су ранжирани на основу:

- (а) броја саобраћајних незгода
- (б) тежине саобраћајних незгода
- (с) процењеног ризика од саобраћајне незгоде

2.4 АНАЛИЗА "ЦРНИХ ТАЧАКА"

Одговарајући и поуздани подаци о саобраћајним незгодама се користе за одређивање и анализу "црних тачака".

Техника студија конфликта саобраћајних незгода

Слика 1: Дogaђаји у саобраћају

У студији конфликта саобраћајних незгода број конфликта се градира на основу скале тежине почев од нивоа 1 (незнатни), нивоа 2 (озбиљни) до нивоа 3 (веома озбиљни).

Практичне студије конфликта саобраћајних незгода

Када спроводи практичну студију конфликта саобраћајних незгода, посматрач треба да буде позициониран тако да сва кретања могу бити регистрована, а студије треба да се обављају све док је то практично.

Сакупљање других података са места незгода

Поред посете месту незгоде, најчешћи извори додатних информација су:

- бројање возила и пешака
- мерење брзине кретања возила.

Дијаграми судара

Позиција саобраћајне незгоде треба да буде обележена, заједно са приступом и намераваном путањом возила и других обухваћених учесника у саобраћају.

2.5 ПРВИ КОРАК КА СИГУРНОСТИ ПУТЕВА: ПЛАНИРАЊЕ ПУТНИХ МРЕЖА

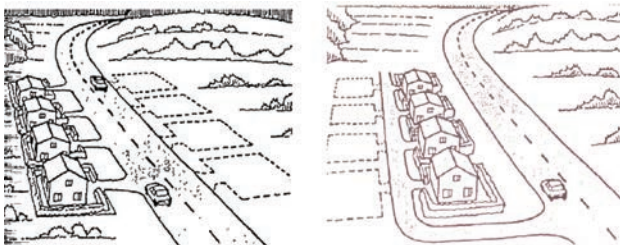
Први корак ка сигурности путева је управо у планирању путних мрежа.



Слика 2: Пример успешно планиране путне мреже у Аустралији

2.6 КОНТРОЛА ПРИСТУПА

Неконтролисани приступ главном саобраћајном току посредно успорава саобраћајни ток и проузрокује различите типове саобраћајних незгода, с обзиром да возила покушавају да напусте или пређу главне саобраћајне токове. Овакви покушаји морају бити ограничени или им треба обезбедити контролисани приступ примарној путној мрежи.



Слика 3: Неконтролисан-директан и контролисан-индиректан приступ главном правцу

2.7 ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПОВРШИНСКИХ РАСКРСНИЦА, ПРОБЛЕМИ И МОГУЋА РЕШЕЊА

Основни принцип доброг пројекта раскрснице је да она омогућава прелаз са једног правца на други, или прелаз једног преко другог, са минималним временским губитком и максималном безбедношћу.

Избор раскрснице

Проблеми

Често је тешко утврдити који је најбољи тип раскрснице за конкретну ситуацију, узимајући у обзир обим саобраћаја, временске губитке, сигурност и факторе коришћења земљишта, те се стога праве варијантна решења међу којима се тражи оптимално.

Могућа решења

Главни фактори који се морају разматрати су:

- временски губици и капацитети
- избор познатог типа раскрснице
- посебну пажњу треба посветити правилном постављању саобраћајних знакова и јасном каналисању саобраћајних токова хоризонталном сигнализацијом,
- заставна прегледност мора бити обезбеђена из свих правца.

Раскрсница са приоритним правцима

Проблеми

Четворокраке раскрснице често имају најгори безбедносни рекорд зато што возачи који долазе из споредног правца се не заустављају пре преласка преко главног саобраћајног тока, било због возачеве недисциплине или пак што возач није свестан да је испред њега главни правац.

Могућа решења

Раскрснице са пресецањем саобраћајних токова треба пројектовати само на местима где је предвиђени обим саобраћаја низак; где простор дозвољава, четворокраке раскрснице треба заменити са две трокраке уз правилно каналисање; вишетрачни приступ раскрсници треба избегавати где год је могуће; прилаз са споредног правца мора бити пројектован тако да возачу јасно даје до знања да је испред главни правац.

Прегледност у зони површинске раскрснице

Проблеми

Непостојање адекватног каналисања саобраћајних токова води до неправилног понашања возача као што су блокирање трака или „сечење“ предвиђене траке за скретања. Физичко каналисање има одређене недостатке: смањује ширину возне траке, постојање високо издигнутих ивичњака, острва и стубова води до повећавања ризика.

Могућа решења

- када простор не дозвољава пожељно је пројектовати острва маркирана на коловозу (Ghost Islands).
- проширење коловоза у зони раскрснице може изгледати као непотребан трошак, али једино на тај начин се у потпуности одговара на захтеве безбедности саобраћаја и успешног каналисања саобраћајних токова.

2.8 КОНТРАМЕРЕ

Стратегија смањења саобраћајних незгода

Појединачно место незгоде:

Саобраћајне незгоде које се догађају на појединим местима детаљно се испитују.

Мере на траси:

Делови пута се идентификују и заједно третирају.

Третирање проблема саобраћајних незгода

За ову фазу треба да буде финализиран јасан и сажет извештај испитивања саобраћајне незгоде који треба да послужи као подлога за пројекат, али и за будуће праћење резултата спровођења санационих мера. Извештај се састоји од:

- анализе саобраћајних незгоде;
- коментара места незгоде;
- дефиниције проблема;
- опција за побољшање;
- очекиваних уштеда саобраћајних незгода;
- пожељних опција;
- препорука.

2.9 САНАЦИЈА "ЦРНЕ ТАЧКЕ" И ОЧЕКИВАНИ ЕФЕКТИ

Кораци које треба спровести у таквом програму укратко су изложени у даљем тексту:

1. Идентификација "црних тачака" и сегмената саобраћајних незгода,
2. Анализа "црних тачака" или сегмената,
3. Идентификација и анализа одговарајућих противмера,
4. Одређивање ефекта противмера да би се дошло до финансијски приступачног плана за побољшање безбедности,
5. Праћење и вредновање решења.

3. ПРАКТИЧНИ ДЕО

3.1 УВОД

На основу изнетих података у теоријском делу овог рада, практични део је приказао како је могуће решити вишегодишњи проблем опасних места на путној мрежи.

3.2 ОПШТИ ПОДАЦИ

Предмет овог пројекта побољшања су два опасна места на магистралном путу М-9 у зони Лесковца:

1. Раскрсница магистралног пута М-9 и регионалног пута Р-214 (Власотиначка петља)
2. Раскрсница магистралног пута М-9 и М-1 у Лесковцу

У изради пројектне документације коришћени су важећи стандарди за пројектовање и изградњу путева.

3.3 ОСНОВЕ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ

Подлоге за израду пројектне документације

За израду пројектне документације коришћени су:

- важећа законска регулатива, правилници, стандарди и нормативи,
- оверени катастарско-топографски план урађен за потребе пројекта,
- детаљно геотехничко истраживање у зони будућих раскрсница урађено за потребе пројекта коловозне конструкције.

Ограничења и условљености

Ограничење везано за трасу пута М-9 на првој локацији представља обострана ивична градња и тротоари на почетном делу (закључно са изливном рампом са М-1 из правца Ниша), односно ивична градња и тротоар у наставку са десне стране пута М-9 у смеру Лесковац-Власотинце. Такође, на делу непосредно испред подвожњака са леве стране лоцирани су објекти у уској зони између пута М-9 и пута М-1 који је ту већ на високом насипу.

3.4 ФУНКЦИОНАЛНЕ И ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РЕШЕЊА

Пројектним решењем се за обе раскрснице захтева формирање раскрсница са кружним током.

Коначном пројектном решењу предметних раскрсница претходила је детаљна анализа саобраћајних токова заснована на извршеном контролном бројању саобраћајног оптерећења.

Предметне раскрснице, изузимајући димензије кружног коловоза, битно се разликују по својим карактеристикама.

3.5 ОЦЕНА СТАЊА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

На предметој деоници постоје два типа коловозне конструкције:

- (а) коловозна конструкција са асфалтним астором (асфалт бетон или битуменизирани камени агрегат)
- (б) коловозна конструкција са застором од камене коцке

Постојећи коловоз на путу М-9 је са застором од ситне камене.

Оценом стања обухваћено је:

- оцена функционалних карактеристика на основу оштећености површине
- оцена структурне носивости.

3.6 ОЦЕНА СТАЊА СИСТЕМА ЗА ОДВОДЊАВАЊЕ

Од елемента за одводњавање, на деоници постоје **банкине**.

Прикупљање индикатора стања наведених елемената извршено је визуелним прегледом у складу са методологијом дефинисаном од стране ОЕЦД-а.

3.7 ПЕРСПЕКТИВНИ ЕКСПЛОАТАЦИОНИ УСЛОВИ

Анализирани су следећи подаци о саобраћајном оптерећењу:

- (а) подаци о саобраћајном оптерећењу добијени на основу извршеног контролног бројања,
- (б) подаци о просечном годишњем дневном саобраћају за 2008.год., објављени од стране ЈП Путеви Србије.

У складу са свим напред изнетим, за меродавно саобраћајно оптерећење на свим потезима у оквиру захваћених деоница, усвојено је тешко саобраћајно оптерећење.

3.8 ПРОРАЧУН КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Потребна носивост нове коловозне конструкције на крацима раскрсница извршено је у складу са СРПС У.Ц4.015 на основу:

- очекиваног саобраћајаног оптерећења, и
- носивости материјала у постељици

3.9 ПРОЈЕКТНА РЕШЕЊА ПОБОЉШАЊА КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Како је на пројектној деоници новим решењем раскрсница, потпуно промењена геометрија - сви постојећи краци раскрсница се руше и гради се нов коловоз по новопопројектованој траси. Преклапање постојеће и нове трасе је на делу између две раскрснице, где се користи постојећа траса пута М-9.

Осим трасе, на овом делу се задржава и постојећа нивелета, што искључује могућност израде слојева појачања

3.10 НИВЕЛАЦИОНИ ПЛАН КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

Код израде нивелационог плана кружне раскрснице подразумева се да су поштовани услови вођења нивелете пресечних праваца у подручју раскрснице.

3.11 ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН РАДОВА

Вредност изведених радова на грађевинском делу израчуната је на 33.293,440.40 динара.

3.12 ЗАКЉУЧАК

Из свега предходно наведеног, може се закључити, да савремене раскрснице са кружним током имају особине које их несумњиво чине атрактивним за примену и да су на нашим просторима неправедно запостављене.

Све ове утицаје потребно је квантификовати и донети одлуку применом неке од економских метода. Само на овај начин бићемо сигурни да ће се предности савремених раскрсница са кружним током исказати и у пракси.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Катанић, Ј.: Градске саобраћајнице, Грађевински факултет, Београд, 1976.
- [2] Катанић, Ј., Анђус, В., Малетин, М.: Пројектовање путева, Грађевинска књига, Београд, 1984.
- [3] Малетин, М.: Безбедност путног саобраћаја као елемент функционалне класификације путне мреже
- [4] Малетин, М.: Планирање саобраћаја и простора, Грађевински факултет, Београд, 2004.
- [5] Анђус, В.: Провера сигурности пута (*Road Safety Audits*) у процесу израде пројеката рехабилитације

Кратка биографија



Слободан Јуришић рођен је у Убу 1981. године. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Одбрана поглавља из планирања и пројектовања градских саобраћајница, одбранио је 2012. године.



Небојша Радовић рођен је у Београду, 1962. год. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2006. год., а од 2010. год. је доцент на Факултету техничких наука у Новом Саду. Област интересовања су путеви и саобраћајнице.

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	Gordan 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 Jcanović	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	Željen Trpovski
Đorđe Ćosić	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Đorđe Lađinović	Milan Martinov	Radoš Radenković	Željko Kanović