



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXVIII

Број: 16/2013

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXVIII Свеска: 16

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

Уређивачки одбор:

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

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

Редакција:

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

Проф. др Драгољуб Новаковић
Мр Мирослав Зарић
Бисерка Милетић

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

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

Председник Савета: проф. др Радош Радивојевић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је шеснаеста 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 21.10.2013. до 30.11.2013. год., а који се промовишу 19.12.2013. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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

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

У овој свесци, са редним бројем 16., објављени су радови из области:

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- грађевинарства и
- саобраћаја.

У свесци са редним бројем 17. објављени су радови из области:

- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре.
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине,
- мехатронике и
- геодезије и геоматике.

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

У плану је да часопис, својим редовним изласком и високим квалитетом, привуче пажњу и постане довољно препознатљив и цитиран да може да стане 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. Ivan Knežević,
ANALIZA I IZBOR KONCEPTA POGONA KRETANJA I NOSEĆE KONSTRUKCIJE KOLICA
MONTAŽNE MOSNE DIZALICE 2867
2. Aleksandar Lukić,
VRSTE, KARAKTERISTIKE I MODELIRANJE PLOČASTIH TRANSPORTERA 2871
3. Boško Pjevac,
SAGOREVANJE KUKURUZOVINE 2875

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Александар Мијановић,
АКУСТИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПРОСТОРИЈА 2879
2. Dalibor Radulović,
REALIZACIJA SISTEMA AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA U POGONU KROJAČNICE
DELOVA KOŽNE GALANTERIJE 2883
3. Nandor Špaček,
REALIZACIJA SISTEMA ZA DETEKCIJU KVAROVA ASINHRONIH MOTORA SIGALOM
VIBRACIJA UPOTREBOM SOFTVERSKOG PAKETA LABVIEW 2887
4. Marija Jaćimovski,
PRIMENA OPC UA SERVERA ZA NADZOR PERFORMANSI RAČUNARSKIH SISTEMA 2891
5. Veljko Majstorović,
JEDNO REŠENJE UNIVERZALNE PLATFORME FIZIČKE ARHITEKTURE ZA VEKTORSKO
UPRAVLJANJE ELEKTRIČNIM MOTORIMA BEZ SENZORA POZICIJE 2895
6. Branimir Ljubojević, Dušan Živkov, Velimir Vujanović, Nemanja Popov, Mile
Davidović, Marko Kovačević,
Implementacija i verifikacija modula roditeljske kontrole na digitalnom televizijskom
prijemniku, konferencija ETRAN, Zlatibor, juni 2013. 2899
7. Mijat Mijatović,
UPRAVLJANJE SAMOSTALNIM FN SISTEMIMA 2905
8. Dejan Subotić,
REINŽENJERING APLIKACIJE "POGONSKO KNJIGOVODSTVO" ZA POTREBE
TERMoeLEKTRANA "NIKOLA TESLA" 2909
9. Vladimir Magerovski,
SOLARNI KOLEKTORSKI SISTEMI ZA VELIKE POTROŠAČE TOPLE VODE 2913
10. Smilja Tomić,
APLIKACIJA ZA VIZUALIZACIJU PODATAKA SA FOTONAPONSKE ELEKTRANE FTN 2917

11.	Smiljana Janjić, ANDROID KLIJENT ZA ODRŽAVANJE KOMPONENTI DISTRIBUTIVNE MREŽE	2921
12.	Bojan Marinković, HIL APPLICATION IN INDUSTRIAL CONTROLLER VERIFICATION; savetovanje Energetska elektronika, Ee2013, Novi Sad, oktobar 2013.	2925
13.	Daniela Tot, PRIMENA FAZI LOGIKE U SISTEMIMA GRADSKOG GREJANJA	2930
14.	Dušan Nenadić, IMPLEMENTACIJA JEDNOG REŠENJA RASPOREĐIVAČA ZADATAKA U PRIVATNOM CLOUD OKRUŽENJU	2934
15.	Nebojša Marjanović, OPTIMALNO ANGAŽOVANJE GENERATORA POMOĆU PSO ALGORITMA I MIP METODE... ..	2938
16.	Mariana Bojko, REALIZACIJA FLEKSIBILNOG SENZORA ZA MERENJE KRVNOG PRITISKA	2942
17.	Mladen Landeka, TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA VETROPARKOVA U VOJVODINI	2946
18.	Milan Kovačević, Ivan Letvenčuk, Jelena Kovačević, Dejan Kojić, Branko Milošević, PROŠIRENJE INTEGRISANOG RAZVOJNOG OKRUŽENJA SONNET PLATFORME PODRŠKOM ZA ISPITIVANJE NAMENSKE PROGRAMSKE PODRŠKE PUTEM GROOVY SKRIPT JEZIKA, konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2012.	2950
19.	Bojan Kalkan, ENERGETSKI EFIKASNA RASVETA U PETROVARADINSKOM PODGRAĐU I NA PETROVARADINSKOJ TVRĐAVI	2954
20.	Јована Веселиновић, УПОРЕДНА АНАЛИЗА ТЕХНИКА И АЛАТА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ ПОДАТАКА СА ЦИЉЕМ ПРЕДИКЦИЈЕ ЦИЈЕНЕ АКЦИЈА НА БЕРЗИ	2958
21.	Predrag Leštanin, MERENJE OTPORNOSTI SISTEMA UZEMLJENJA	2962
22.	Игор Гашовић, РАЗВОЈ СЕРВИСА ЗА ПРИСТУП ПОДАЦИМА И УПРАВЉАЊЕ ДИСТРИБУИРАНИМ МОДЕЛОМ ДИСТРИБУТИВНЕ МРЕЖЕ	2966
23.	Vladimir Krasko, Miloš Živanov, ISPITIVANJE ZAMUĆENOSTI TEČNOSTI U BUŠOTINAMA	2970
24.	Nemanja Milošević, RAZVOJ SERVISA ZA IZMJENU DISTRIBUIRANOG MODELA DISTRIBUTIVNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE	2974
25.	Maja Stolica, ANALIZA HARMONIKA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	2978
26.	Stefan Tripić, UPRAVLJANJE OPTEREĆENJEM U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	2982
27.	Mišo Stanković, Vojin Ilić, Nikola Jorgovanović, Željko Tepić, PRILOG METODI MERENJA SRČANOG RITMA U TOKU SPORTSKOG TRENINGA, konferencija ETRAN, Banja Vrućca, juni 2011.	2986
28.	Dijana Kosmajac, MODEL BROKER ARHITEKTURE DISTRIBUIRANOG SISTEMA WEB SERVISA	2990
29.	Miroslav Jević, Stevan Grabić, SAVREMENI PRISTUP U PROJEKTOVANJU ALGORITMA UPRAVLJANJA ELEKTRO– MOTORNOM POGONA PRIKAZAN NA PRIMERU POGONA ASINHRONE MAŠINE	2994
30.	Aleksandar Gajić, IZAZOVI U KOLABORATIVNOJ ANOTACIJI VIDEO ZAPISA	2998
31.	Milan Matić, SISTEMI ZA KORIŠĆENJE GEOTERMALNE ENERGIJE	3002
32.	Robert Molnar, PERFOMANSE VIRTUOSO v6 SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE RDF PODATAKA	3006

33. David Okolišan,	
ANALIZA MOBILNIH SOCIJALNIH MREŽA I SERVISA U REALNOM OKRUŽENJU	3010
34. Ivan Gutai,	
WEB BAZIRANI SISTEM UPRAVLJANJA LABORATORIJOM	
PREMA ZAHTEVIMA ISO 17025	3014
35. Milanka Bjelica,	
REALIZACIJA TEHNIKA REVERZNOG INŽENJERINGA RELACIONIH BAZA PODATAKA	3018
36. David Bakoč,	
PROCENA VREMENA POTREBNOG ZA OTKLANJANJE KVARA U ELEKTRIČNOJ MREŽI	3022
37. Vigor Vavan,	
TESTIRANJE FUNKCIONALNOSTI RELEJNE ZAŠTITE U SOFTVERSKIM REŠENJIMA	3026
38. Nemanja Krstonošić, Predrag Vidović, Vlado Marijanović,	
VERIFIKACIJA PRORAČUNA NESIMETRIČNIH TOKOVA SNAGA.....	3030

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Stefan Randić,	
PROJEKAT SPORTSKOG OBJEKTA "GRADSKI BAZEN" U UŽICU	3034
2. Slavoljub Ćućuz, Jasmina Dražić,	
PLANIRANJE IZGRADNJE STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA SA IZBOROM	
OPTIMALNOG NAČINA IZVOĐENJA MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE	3038
3. Darko Jokić,	
IZBOR OPTIMALNE FASADNE SKELE ZA IZGRADNJU STAMBENO - POSLOVNOG	
OBJEKATA	3042
4. Slobodan Šupić,	
PROCENA STANJA I SANACIJA MONTAŽNE AB KONSTRUKCIJE NAKON POŽARA	3046
5. Tamara Marić, Jasmina Dražić,	
ANALIZA PROCESA PREFABRIKACIJE PRI PLANIRANJU DINAMIKE IZGRADNJE	
MONTAŽNE BETONSKE HALE	3050
6. Ozren Đurić,	
PUMPNE STANICE U FEKALNOJ KANALIZACIJI	3054
7. Suzana Vukoslavčević, Mirjana Malešev,	
PROCENA STANJA I SANACIJA ŽELEZNIČKOG PODVOŽNJAKA U TEMERINSKOJ ULICI U	
NOVOM SADU	3058

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Ненад Михајловић, Зоран Папић,	
АНАЛИЗА КАРАКТЕРИСТИКА ПАРКИРАЊА У ЦЕНТРАЛНОЈ ЗОНИ КУРШУМЛИЈЕ СА	
ПРЕДЛОГОМ УНАПРЕЂЕЊА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА	3062
2. Petar Čakarević,	
UNAPREĐENJE ODNOSA SA KORISNICIMA U TRANSAKCIJAMA PLAĆANJA PUTEM	
INTERNETA	3066
3. Мирјана Поповић,	
АНАЛИЗА УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА БУЛЕВАРУ ОСЛОБОЂЕЊА У	
НОВОМ САДУ СА ПРЕДЛОГОМ МЕРА ЗА ПОБОЉШАЊЕ	3070
4. Marko Petričević,	
PRIMENA SCOR MODELA U UPRAVLJANJU LANCIMA SNABDIJEVANJA	3074

ANALIZA I IZBOR KONCEPTA POGONA KRETANJA I NOSEĆE KONSTRUKCIJE KOLICA MONTAŽNE MOSNE DIZALICE**ANALYSIS AND SELECTION OF TROLLEY DRIVE AND STRUCTURE CONCEPT OF ASSEMBLY OVERHEAD TRAVELLING CRANE**

Ivan Knežević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršen je proračun i izbor elemenata za centralni i nezavisni pogon kretanja kolica montažne mosne dizalice. Usvojen je centralni pogon kretanja. Analizirana je pojava proklizavanja pogonskih točkova prilikom pokretanja kolica bez tereta. Odabran je frekventni pretvarač za slučaj kada se želi postići veći stepen sigurnosti protiv proklizavanja. Na osnovu odabranih elemenata pogona kretanja i prethodno odabranih elemenata pogona dizanja, formirana je koncepcija rešenja rama kolica dizalice. Nakon formiranja rama, izvršena je statička analiza istog, metodom konačnih elemenata. Takođe je izvršen izbor elektromagneta za dizanje tereta, kabla za njegovo napajanje električnom energijom i bubnja za namotavanje kabla prilikom dizanja elektromagneta. Zatim je izrađen crtež rama kolica dizalice, sklopni crtež celih kolica i sklopni crtež pogona kretanja.

Abstract – The paper presents calculation and selection of overhead crane trolley central and independent drives components. Central trolley drive has been adopted. The phenomena of driven wheels slipping in case of unloaded trolley starting has been considered. Frequency converter has been selected in case of need to achieve a higher level of safety factor against driven wheels slipping. On the basis of selected trolley drive elements and previously selected hoist drive elements, the trolley structure frame was formed. After forming the structure frame, a static analysis using finite element method has been performed. Also, a selection of a hoisting electromagnet, cable for its power supply and drum for winding this cable during electromagnet hoisting has been carried out. Also, a set of technical drawings of trolley structure frame, assembly, and driving system assembly has been completed.

Ključne reči: mosna dizalica, kolica, pogon kretanja, proračun, statička analiza

1. UVOD

Troškovi transporta po jedinici robe smanjuju se sa povećanjem količine robe u pošiljci, odatle težnja da se tzv. transportna jedinica uvećava. Da bi čovek mogao rukovati takvim transportnim jedinicama, mora da koristi uređaje i mašine kao što su dizalice.

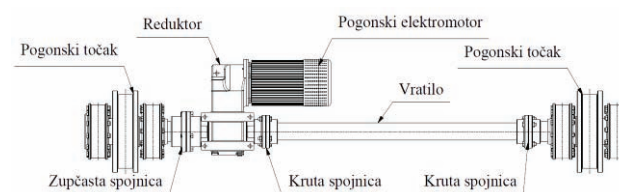
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Rastislav Šostakov, red.prof

Prilikom montaže sklopova velikih dimenzija, a ujedno i velikih masa, u halama zamontažu se koriste montažne mosne dizalice. Mosna dizalica je mašina prekidnog transporta, koja se kreće po šinama na stazi iznad tla. Staza za kretanje dizalice postavlja se ispod krovne konstrukcije, pa se za transport tereta koristi prostor iznad zauzete proizvodne površine. Ovakve dizalice većih nosivosti se izrađuju sa dva glavna gredna nosača, na koja se postavljaju kolica dizalice. Kolica se kreću duž grednih nosača, što im obezbeđuje pogon kretanja, a na njima se nalazi pogon dizanja. U radu je izvršen izbor i proračun elemenata pogona kreta-nja kolica sa centralnim pogonom, uz proveru pogonskog elektromotora. Elementi pogona dizanja su prethodno odabrani, pa je za kolica bilo potrebno formirati ramsku konstrukciju, koja će na sebi nositi sve elemente pogona dizanja i kretanja. Izvršen je izbor elektromagneta za dizanje tereta, kabla za njegovo napajanje električnom energijom i bubnja za namotavanje kabla pri dizanju/ spuštanju istog. Nakon formiranja ramske konstrukcije, izvršena je statička analiza, kako bi se proverili ugib i intenzitet napona u konstrukciji. Analiza je izvršena u cilju provere eventualnih kritičnih tačaka konstrukcije i njihove eliminacije/korekcije još u fazi projektovanja.

2. IZBOR ELEMENATA POGONA KRETANJA KOLICA DIZALICE

Usvojen je centralni pogon kretanja kolica dizalice, koji se sastoji od pogonskog elektromotora, reduktora, jedne zupčaste spojnice, dve krute spojnice, vratila za pogon točkova i dva pogonska točka. Na slici 1 prikazana je skica usvojenog mehanizma pogona kretanja.



Slika 1. Centralni pogon kretanja

Prvo je izvršena provera potrebnog prečnika točka, a potom i izbor pogonskog i slobodnog točka prema DIN 15090. Određeni su otpori koji se javljaju pri kretanju kolica, a na osnovu njih i zahtevane brzine kretanja određena je snaga potrebna za njihovo savladavanje. Na osnovu toga odabran je šestopolni asinhroni kavezni elektromotor sa ugrađenom kočnicom na vratilu. Kako je u pitanju pogon kretanja kolica, postoji opasnost da se javi proklizavanje pri pokretanju kolica bez tereta, stoga

je vreme ubrzanja kolica potrebno produžiti do granice koja obezbeđuje pokretanje bez proklizavanja. U ovu svrhu, na vratilo pogonskog elektromotora postavljen je teški ventilator, dajući masu koja ima ulogu da vreme ubrzanja elektromotora produži, a ujedno obavlja i ulogu hlađenja. Kako je poznata brzina obrtanja pogonskog motora i potreban broj obrtaja točka kolica dizalice, određen je potreban prenosni odnos reduktora, a isti je usvojen iz kataloga proizvođača. Usvojen je dvostepeni vertikalni reduktor sa paralelnim vratilima. Sa poznatim osnovnim elementima, moguće je odrediti opterećenja koja se mogu javiti pri radu pogona, pa je na osnovu istih usvojena jedna zupčasta spojnica i dve krute spojnice. Nakon usvajanja elemenata pristupilo se proveriti pogonskog elektromotora, sa stanovišta zagrevanja pri odgovarajućem režimu rada i sa stanovišta dozvoljenog broja zaleta po času. Motor je zadovoljio u oba slučaja provere.

3. IZBOR EL. MAGNETA, KABLA ZA NAPAJANJE I BUBNJA ZA NJEGOVO NAMOTAVANJE

Kako je predviđeno da dizalica povremeno radi sa elektromagnetom, izvršen je izbor elektromagneta i elemenata koji su potrebni za njegovo funkcionisanje. Elektromagnet je odabran iz kataloga proizvođača, sa posebnom pažnjom da zbir nosivosti elektromagneta, njegove sopstvene mase i donjeg sklopa koturače, ne pređe ukupnu nosivost dizalice. Kako je sopstvena masa elektromagneta približno dva puta veća od njegove nosivosti, posledica je da je nosivost elektromagneta 6 tona pri nosivosti dizalice 20 t. Ukoliko bi se tražila nosivost elektromagneta jednaka nosivosti dizalice, u nekim slučajevima bi moglo doći do njenog preopterećivanja. Nakon izbora elektromagneta, potrebno je odabrati vrstu i poprečni presek električnog kabla za njegovo napajanje električnom energijom. Na osnovu poznatih veličina koje zahteva elektromagnet, a to su napon i jačina struje, iz kataloga proizvođača kablova je izabran odgovarajući tip električnog kabla, koji je namenjen isključivo za vertikalno namotavanje na bubanj. Vertikalno namotavanje prouzrokuje dodatno opterećenje od sopstvene težine kabla i od sile koja se javlja na bubnju, ukoliko se koristi bubanj sa oprugom, što je ovde slučaj. Na osnovu maksimalne jačine struje koju može prouzrokovati magnet, iz tabela koje se nalaze u katalogu proizvođača, odabran je potreban poprečni presek kabla (provodni deo). Zatim je na osnovu potrebnog poprečnog preseka, odabran kabel čiji je poprečni presek prvi veći od potrebnog. Nakon izbora kabla poznat je njegov spoljašnji prečnik, pa je na osnovu preporuka proizvođača izračunat potreban minimalni radijus savijanja kabla, kako njegov radni vek ne bi bio suviše kratak. Sa podatkom o minimalnom radijusu savijanja pristupa se odabiru bubnja za namotavanje kabla. Bubanj je odabran iz kataloga istog proizvođača koji proizvodi i kablove. Bubanj je sa mehanizmom sa oprugom, odnosno prilikom kretanja elektromagneta prema dole dolazi do odmotavanja kabla sa bubnja, a opruga koja se nalazi u bubnju, nateže se pri obrtanju bubnja. Kada elektromagnet dođe u krajnji donji položaj, opruga u bubnju je najviše napregnuta, a kabel je najviše opterećen, kako sopstvenom masom, tako i silom opruge. U trenutku početka podizanja tereta sila opruge u bubnju počinje da namotava kabel i tako usklađuje brzinu namotavanja kabla sa brzinom dizanja tereta. Ovakvi

mehanizmi sa oprugom su povoljni jer ne zahtevaju dodatne elemente koji bi obezbedili sinhronizaciju brzine dizanja i namotavanja kabla. Na osnovu minimalnog radijusa savijanja kabla odabran je bubanj sa dovoljno velikim prečnikom. Određen je broj navojaka koji će se javiti pri namotavanju kabla u slučaju maksimalne visine dizanja tereta, na osnovu poznate visine dizanja. Zatim je broj navojaka pomnožen sa prečnikom kabla i dobijena je približna širina koja je potrebna za smeštanje kabla. Dobijena vrednost je manja od širine odabranog bubnja što je izuzetno pogodno za kabel, jer će se isti namotavati samo u jednom sloju.

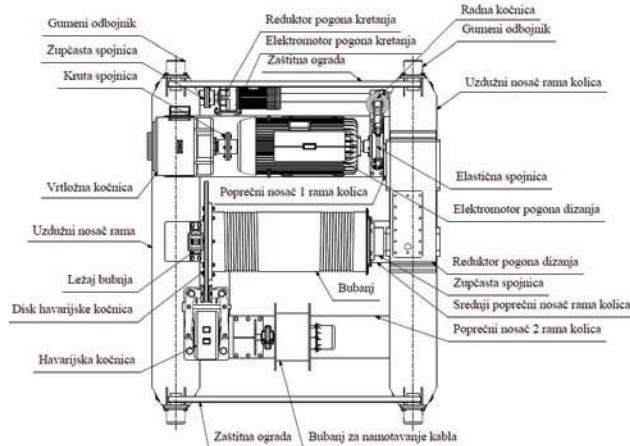
4. PROKLIZAVANJE POGONSKIH TOČKOVA

S obzirom da je vršen izbor elemenata pogona kretanja kolica dizalice, potrebno je proveriti da li se može javiti proklizavanje pogonskih točkova u kritičnim režimima rada. Kako se izbor pogonskog elektromotora vrši za režim rada pri maksimalnom opterećenju, izvesno je da će pri pokretanju kolica dizalice bez opterećenja, sav višak momenta motora premašiti raspoloživu athezionu silu i javiće se proklizavanje. Da bi se smanjila opasnost od proklizavanja, odabran je pogonski asinhroni elektromotor sa dodatnom masom (teški ventilator) na svom vratilu, kako bi se produžilo vreme trajanja ubrzanja. Na osnovu pretpostavke da su svi točkovi kolica dizalice približno jednako opterećeni u slučaju bez tereta, vrednost stepena sigurnosti protiv proklizavanja je na samoj granici dozvoljene vrednosti. Stoga je na osnovu usvojenog rasporeda elemenata pogona dizanja i pogona kretanja na kolicima, izvršena provera položaja težišta za slučaj bez tereta. Usvojenim rasporedom elemenata na kolicima dizalice, postignuto je da u slučaju rada bez tereta pogonski točkovi kolica budu nešto opterećeniji od slobodnih. Ovakav raspored dovodi do povećanja athezionne sile, odakle sledi da raste stepen sigurnosti protiv proklizavanja. Time je ostvaren dovoljno veliki stepen sigurnosti protiv proklizavanja bez dodatnih troškova. Ukoliko se želi postići još veći stepen sigurnosti protiv proklizavanja pogonskih točkova, to je jedino moguće izvesti napajanjem elektromotora pogona kretanja preko frekventnog pretvarača. Za ovaj slučaj, izvršen je izbor jednog ovakvog uređaja. Iz praktičnih razloga frekventni pretvarači se proizvode sa karakteristikama koje prate standardne veličine elektromotora, tako da je moguće izbor izvršiti na uprošćeni način - na osnovu nominalne snage elektromotora, ili preciznije, preko jačine struje elektromotora.

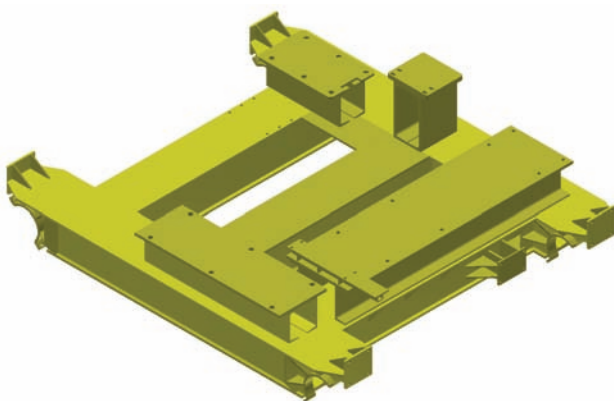
5. KONSTRUKCIJA KOLICA DIZALICE

Raspored elemenata pogona dizanja i kretanja na kolicima dizalice dat je na slici 2. Ram kolica predstavlja ravansku rešetkastu konstrukciju, koja se sastoji od tri poprečna i dva uzdužna nosača, na koje se postavljaju točkovi. Nosači su sastavljeni od dva standardna U profila (ISO CH 300x45), okrenuta jedan prema drugom otvorenim stranama profila. Na gornjoj površini U profila postavljen je lim, koji ima ulogu da se za njega pričvrste komponente pogona dizanja. Sa donje strane nosača postavljeni su limovi čija je uloga da povećaju krutost nosača. Krutost rama mora biti dovoljno velika, kako bi i pri najvećem radnom opterećenju svi mehanizmi pravilno funkcionisali. Pri formiranju rama kolica dizalice, slika 2,

poštovane su preporuke o rasponima točkova kolica [1], i usvojeno je standardno osno rastojanje točkova od 2000 mm. Ono je omogućilo postavljanje svih elemenata pogona dizanja i kretanja na kolica, a pri tome i najmanje



Slika 2: Raspored elemenata pogona dizanja i kretanja na kolicima dizalice



Slika 3: Ram kolica dizalice

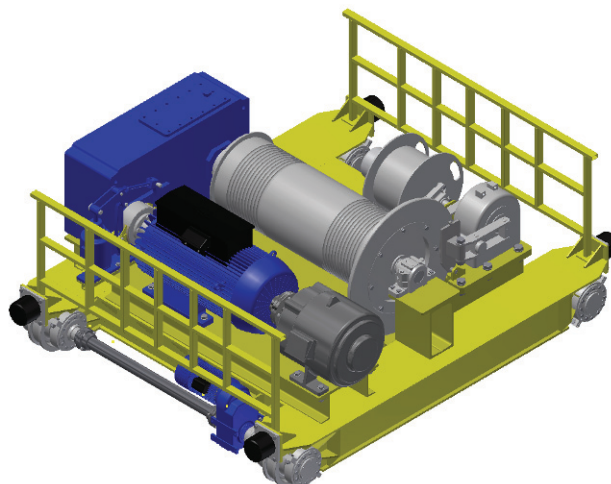
moгуće gabarite kolica dizalice za zadate uslove. Ovim je postignuta najmanja moguća masa kolica, što znači da je i količina utrošenog materijala za izradu najmanja, što daje slobodu pri formiranju cene proizvoda. Smanjenjem osnovnog rastojanja točkova dizalice, smanjuje se i rastojanje između glavnih nosača mosta dizalice, čime je dobijeno bolje pokrivanje manipulativnog prostora dizalice, odnosno, dizalica će moći da prihvati teret koji se nalazi bliže zidovima hale. Na mestima koja su zahtevala ukrućenja postavljeni su kosnici ili rebra. Na slici 4 prikazan je 3D model kompletnih kolica dizalice.

6. STATIČKA ANALIZA RAMA KOLICA

Kada je završeno formiranje rama kolica, bilo je potrebno uraditi statičku analizu, kako bi se utvrdila eventualna kritična mesta u konstrukciji. Statička analiza je takođe vršena kako bi se izvršila provera deformacije rama, odnosno provera njegovog najvećeg ugiba. Statička analiza je vršena metodom konačnih elemenata. Metod konačnih elemenata je metod diskretne analize i zasniva se na fizičkoj diskretizaciji razmatranog domena.

Umesto elemenata diferencijalno malih dimenzija, osnovu za sva razmatranja predstavlja deo domena konačnih dimenzija, poddomen ili konačni element. Suština aproksimacije kontinuuma metodom konačnih elemenata je da se razmatrani domen, pomoću zamišljenih linija ili

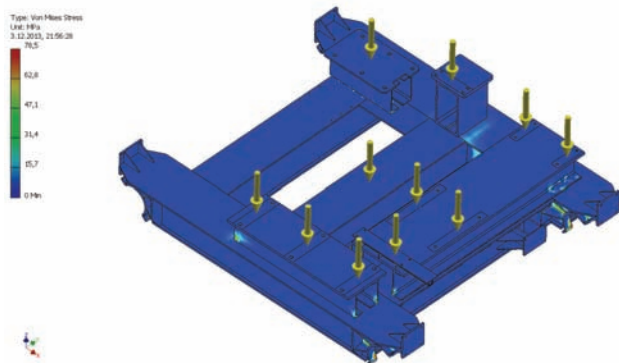
površni, deli na određeni broj poddomena konačnih dimenzija.



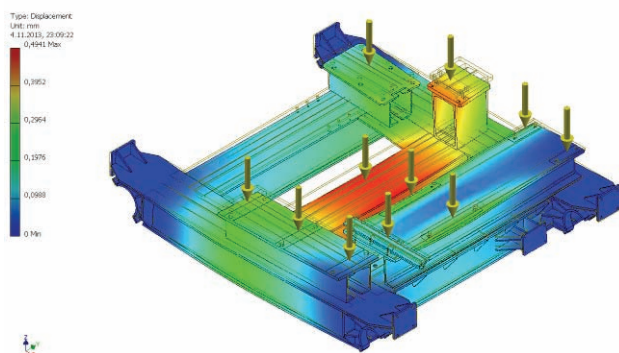
Slika 4: Kompletna kolica dizalice

Pojedini poddomeni se nazivaju konačni elementi, a njihov skup za ceo domen je mreža konačnih elemenata. Pretpostavlja se da su konačni elementi povezani međusobno u konačnom broju tačaka, koje se usvajaju na konturi elementa i one se nazivaju čvorovi. Prilikom umrežavanja modela, teži se da broj elemenata bude optimalan. Mali broj elemenata dovodi do grešaka u analizi, a prevelik broj elemenata zahteva veliku memoriju računara. Iz tog razloga će se analiza rama kolica vršiti na uprošćenom modelu, bez elemenata pogona dizanja i kretanja, vijaka i drugih sitnih elemenata koji povećavaju broj konačnih elemenata i otežavaju proces analize. S obzirom da će se vršiti statička analiza rama kolica, kao merodavna sila za analizu je usvojena vrednost nosivosti dizalice uvećana za 25 %, prema preporuci [2]. Kao opterećenja koja deluju na ram kolica dizalice, uzete su težine svakog od elemenata pogona dizanja i kretanja, opterećenja od tereta koja se javljaju i vrednosti reaktivnog momenta koji se javlja pri radu mehanizma pogona dizanja. Na srednjem poprečnom nosaču unešena je polovina od ukupnog opterećenja usled tereta, a druga polovina se prenosi preko oslonca za ležaj bubnja i preko reduktora. Na mestu oslanjanja havarijske kočnice, pored njene težine, unesena je i sila koja bi se javila u slučaju njenog aktiviranja. Posle definisanih opterećenja, bilo je potrebno ramu ograničiti kretanje, što je izvedeno preko oslonaca za točkove kolica dizalice. Nakon definisanih spoljašnjih ograničenja, bilo je potrebno izvršiti umrežavanje modela. Posle dobijene mreže konačnih elemenata, ostalo je da se izvrši još sam proces analize. Po završetku analize dobijaju se rezultati koji zadovoljavaju propisane kriterijume. Naponi u konstrukciji su u granicama dozvoljenih. Najveće vrednosti napona se javljaju na mestima oslanjanja točkova, jer se sva opterećenja koja se javljaju, moraju preneti preko njih na podlogu. A usled usecanja profila za ugradnju točkova, dolazi do stvaranja oštih prelaza, koji dovode do koncentracije napona na tim mestima. Na slici 5 prikazan je raspored napona na konstrukciji kolica dizalice. Deformacije nastale usled dejstva opterećenja su manje od jednog milimetra, što nikako ne može ugroziti radnu sposobnost bilo kog od elemenata u pogonima dizanja i kretanja. Na slici 6 prikazan je ram kolica sa

rezultatima proračunate deformacije nastale usled delovanja opterećenja. Analizom rezultata deformacije, može se uočiti da poprečni srednji nosač ima najveće deformacije, što je bilo za očekivati, znajući da on preko gornjeg sklopa koturače prenosi polovinu opterećenja teretom. Takođe se može uočiti da su profili na koje je postavljen bubanj pogona dizanja, znatno deformisani usled prenosa približno četvrtine opterećenja preko njih.



Slika 5: Raspored nanetih opterećenja na konstrukciju kolica dizalice i izazvanih napona u njoj



Slika 6: Raspored deformacija konstrukcije kolica dizalice

Detaljnijom analizom napona u konstrukciji rama kolica dizalice, mogu se uočiti uglavnom oblasti obojene tamno plavom bojom, što govori o znatno manjem naponu u odnosu na maksimalni dozvoljeni.

7. ZAKLJUČAK

Nakon sprovedenih proračuna za odabir i proveru radne sposobnosti elemenata pogona kretanja kolica dizalice, usvojen je centralni pogon kretanja. Raspon između pogonskih točkova kolica dizalice je sveden na 2 m, što je omogućilo primenu centralnog pogona kretanja. Kako je raspon relativno mali, vratilo za pogon točkova će biti kratko, što je pogodno za izradu, a i njegova montaža može se sprovести sa dovoljnom tačnošću. Prednosti centralnog pogona u odnosu na nezavisni se ogledaju u nemogućnosti proklizavanja jednog točka u odnosu na drugi, što dovodi do smanjenja zakošenja, a time i do smanjenja habanja točkova kolica i šina na glavnim nosačima.

Kako je dizalica predviđena za rad sa elektro-magnetom (magnetni hvatač), isti je izabran iz kataloga proizvođača. Pri odabiru je posebna pažnja usmerena na izbor takvog elektromagneta, čija maksimalna sila podizanja (za blok od livenog čelika) i sopstvena masa ($\approx 50\%$ od nosivosti dizalice) ne prelaze dozvoljenu nosivost dizalice. Posle odabranog magnetnog hvatača, kako bi se obezbedio njegov rad, bilo je potrebno odrediti poprečni presek kabla za njegovo napajanje električnom energijom. Površina poprečnog preseka kabla je definisana na osnovu poznate struje koju povlači magnetni hvatač pri radu, a prema preporukama i podacima iz kataloga proizvođača kablova. Usvojen je napojni kabel koji je specijalno namenjen za izvođenje vertikalnog kretanja kabla (podizanje ili spuštanje tereta) i namotavanje na bubanj. Pri podizanju tereta kabel je potrebno skladištiti, stoga je izabran bubanj za namotavanje kabla istog proizvođača. Bubanj je izrađen sa oprugom tako da nije potrebna posebna sinhronizacija brzina obrtanja bubnja za namotavanje kabla i tereta pri podizanju/spuštanju. Posle dobijanja svih dimenzija elemenata pogona dizanja (elementi su bili već poznati) i pogona kretanja (u ovom radu određeni), pristupilo se izradi 3D modela kolica dizalice. Prvo su napravljeni modeli elemenata usvojenih iz kataloga proizvođača, a potom i formiranje rama kolica na koja se mogu postaviti svi navedeni elementi. Nakon definisanih poprečnih preseka uzdužnih (na koje su postavljeni točkovi) i poprečnih nosača - dva glavna i jedan pomoćni, njihove dimenzije su tako definisane da se ostvare što je moguće manje dimenzije rama. Raspon između pogonskih točkova kolica dizalice je sveden na 2 m, što je vrednost predviđena standardom. Posle formiranja ramske konstrukcije bilo je potrebno postaviti elemente pogona dizanja i kretanja na istu. U svrhu prihvatanja svih komponenata, dodavani su određeni profili kako bi se eliminisale njihove visinske razlike. Posle izvršene statičke analize rama kolica, mogu se sagledati sva moguća slaba mesta u konstrukciji i ista dalje korigovati i ponovnim analizama proveravati rezultate sprovedenih koraka. Ovakav iterativni proces vodi optimizaciji prikazanog rešenja, što može biti predmet daljeg proučavanja i usavršavanja datog rešenja.

8. LITERATURA

- [1] JUS M D. 025 -72.
- [2] Šostakov R. „Dizalice“, FTN, Novi Sad, 2012.

Kratka biografija:



Ivan Knežević rođen je u Novom Sadu 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo odbranio je 2013.god.

VRSTE, KARAKTERISTIKE I MODELIRANJE PLOČASTIH TRANSPORTERA TYPES, CHARACTERISTICS AND MODELLING OF THE SLAT CHAIN CONVEYORS

Aleksandar Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazane osnovne vrste i karakteristike pločastih transportera. Računarski model segmenta transportera je formiran u programu Autodesk Inventor Professional Suite. Na modelu je sprovedena analiza naponskog stanja ploča, za različite slučajeve opterećenja.

Abstract – The paper describes the basic types and characteristics of the slat chain conveyors. A computer model of the conveyor segment is formed in Autodesk Inventor Professional Suite. On the model was carried out stress analysis plates for different load cases.

Ključne reči: pločasti transporter, modeliranje, ploča, naponsko stanje

1. UVOD

Osnovna karakteristika mašina i uređaja sa neprekidnim radom je njihova mogućnost premeštanja materijala sa jednog mesta na drugo, pri čemu ne dolazi do prekida rada radi prihvatanja i odlaganja materijala. Mašine i uređaji neprekidnog transporta omogućuju ostvarivanje izuzetno velikih kapaciteta, u novije vreme čak i do 50.000 t/h. U današnje vreme mašine i uređaji neprekidnog transporta često se koriste u svim područjima privredne delatnosti, počev od administracije do rada u rudarstvu, kako za transport materijala tako i za prenos ljudi (pokretne stepenice). Pored toga ovi uređaji mogu da rade nezavisno od nekog proizvodnog procesa, ili da su direktno uključeni u njegovo odvijanje pri čemu je moguće ostvariti visok stepen automatizacije ovakvih procesa, uz znatno povećanje obima proizvodnje [1].

2. PLOČASTI TRANSPORTERI

Kod ove vrste uređaja sa neprekidnim radom, transportni materijal (komadni ili rasuti) leži na pločama koje su vezane sa dva paralelna beskonačna lanca. Ovi se transporter najčešće koriste za prenos komadnog tereta pri veoma teškim uslovima rada, za prenos abrazivnog materijala, prenos materijala pri povišenim temperaturama, transport odlivaka, odnosno transport teških mašina. Uglovi nagiba trasa u vertikalnoj ravni pločastih transportera sa ravnim pločama se kreću do 20°. Međutim korišćenjem specijalnih nosećih elemenata ovi uglovi za rasuti materijal dostižu vrednost i do 65°. U većini slučajeva se koriste dva, a kod malih širina i u specifičnim uslovima, može da se koristi jedan vučni lanac.

NAPOMENA:

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

Kapacitet pločastih transportera se kreće do 2000 m³/h. S obzirom na pojavu dinamičkih opterećenja, brzina transportovanja je ograničena i kreće se do maksimalnih 1,25 m/s. Dužine transportera kreću se do 100m, u izuzetnim situacijama do 200m, kod transportera sa jednim (centralnim) pogonom, dok se primenom većeg broja linijskih pogona ova dužina može povećati. Zbog smanjenja otpora kretanju, koriste se lamelasti lanci sa točkovima koji mogu biti sa kotrljajnim ili kliznim ležajevima. Kao noseći elementi pločastih transportera koriste se ploče od metala, a ređe od drveta čiji oblik zavisi pre svega od vrste tereta i trase transportera [2].

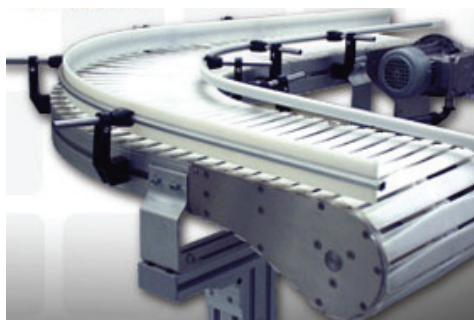
2.1. Pločasti transporteri za komadne materijale

Ovi transporter se koriste za transport komadnih materijala, određenih dimenzija, težine i oblika. Noseći element su ploče koje su vezane za lance. Ploče mogu biti izrađene od raznih vrsta čelika, lakih metala, najčešće aluminijuma, ali i plastike i drveta. Imaju veliku primenu pri transportu paketa, kutija i sličnih predmeta, gde se zahtevaju velike brzine transporta. Na slici 1 prikazan je pločasti transporter gde su ploče izrađene od aluminijuma.



Slika 1. Pločasti transporter za komadne materijale

Na slici 2 je prikazan modularni multi-fleksibilni pločasti transporter. Ovaj pločasti transporter je robusne čelične konstrukcije, idealan za prenošenje plastičnih delova, delova koji se suše ili zagrevaju tokom transporta. Može se koristiti i kao deo montažne linije u proizvodnji.

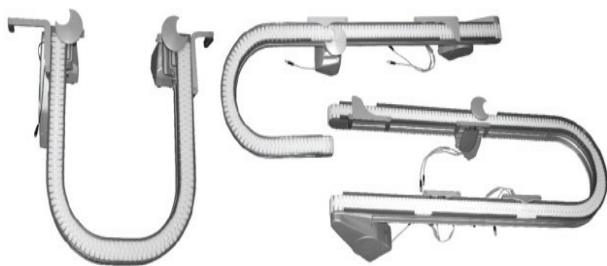


Slika 2. Modularni multi-fleksibilni transporter

U grupu specijalnih pločastih transportera mogu se svrstati i mini modularni pločasti transporteri, tipa x45, prikazani na slici 3. Ovi transporteri se veoma brzo i lako premeštaju i instaliraju na drugu lokaciju. Odlikuju se mogućnošću ostvarivanja prostornih trasa, pri čemu su neki mogući oblici trasa prikazani na slici 4.



Slika 3. Mini modularni pločasti transporter tipa x45



Slika 4. Oblici trase modularnih pločastih transportera

Lanci modularnog pločastog transportera su dizajnirani tako da omogućavaju miran i tih rad, kao i minimalno habanje predmeta koji se transportuje, prikazan na slici 5. Uobičajeno se koristi za uglove nagiba do 5°, a kod slučaja sa povećanim trenjem za uglove nagiba do 15°.



Slika 5. Lanac modularnog pločastog transportera

Pločastim transporterom ovog tipa se komadni materijali mogu transportovati direktno preko ploča (slika 6), ili na paletama i nosačima. Ploče su najčešće od plastike koja klizi po aluminijskim šinama, pa se ne stvara velika buka, a trenje i habanje kontaktnih površina je na niskom nivou. Mogu se transportovati proizvodi čija je težina od svega nekoliko grama pa do 30kg.



Slika 6. Pločasti transporter za transport kutija

Konstrukcija transportera omogućava promene pravca u horizontalnoj i vertikalnoj ravni, odnosno omogućuje formiranje prostorne trase. Visok stepen fleksibilnosti omogućava formiranje i fiksnih i modularnih trasa ovih transportera. Ovakvo bazirana rešenja koriste se u svim većim industrijskim postrojenjima, jer je veoma kratko vreme potrebno za instaliranje i upotrebu. Širok opseg podešavanja parametara, trase i transportnih jedinica koje se mogu transportovati, omogućava upotrebu ovih transportera od najprostijih do najsloženijih situacija.

2.2. Pločasti transporteri za rasute materijale

Osim za komadne materijale, pločasti transporteri se mogu koristiti i za transport rasutih materijala. Na slici 7 je prikazan pločasti transporter tip S3500 koji je namenjen za transport rasutih materijala. Ovaj tip transportera omogućava transport teških tereta na velika rastojanja.



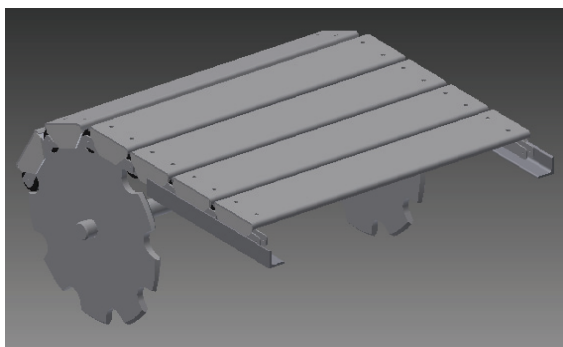
Slika 7. Pločasti transporter tipa S3500

3. MODELIRANJE PLOČASTOG TRANSPORTERA

Računarski model pločastog transportera formiran je u programu Autodesk *Inventor Professional Suite*, koji predstavlja moćan alat za projektovanje u mašinstvu kroz 3D CAD (*computer aided design*) oblikovanje delova i sklopova, trasiranje kablova, cevi, provere naponskih stanja, formiranje alata i simulaciju rada pokretnih delova i sklopova mašina i uređaja. Mogućnost realne simulacije u potpunosti otklanja mogućnost grešaka u projektovanju i drastično smanjuje troškove razvoja proizvoda, zbog toga što izradu prototipa projektovane konstrukcije, radi proveru, čini nepotrebnom. Za formiranje modela i analizu pločastog transportera u ovom radu, su korišćeni sledeći moduli programa:

- *part* – za formiranje pojedinih elemenata pločastog transportera – lanac, zupčanik, vratilo,
- *sheet metal* – za formiranje elemenata od tankih ploča, limova,
- *assembly* – za formiranje sklopova, odnosno podsklopova od formiranih ali i standardnih elemenata (standardni profili, zavrtanjske veze, ležajevi, ...),
- *drawing* – za automatsko generisanje tehničke dokumentacije (sklopovi i radionički crteži) od formiranih elemenata i sklopova,
- *stress analysis* – za sprovođenje statičke analize na formiranim modelima, uz primenu metode konačnih elemenata.

Na slici 8 je prikazan formirani model segmenta pločastog transportera.



Slika 8. Model segmenta pločastog transportera

Program Autodesk Inventor Professional Suite pored modula koji su korišćeni u radu nudi i module kao što su: *motion simulation, modal analysis, parameter table tool, point trace, mold desing, tube and pipe desing, cable and harness desing, ...*

4. ANALIZA ELEMENATA PLOČASTOG TRANSPORTERA

Formirani računarski model pločastog transportera je poslužio kao podloga za analizu nosećih elemenata - ploča. Na formiranim modelima moguće je zadati različite sile i momente u funkciji vremena.

Da bi se uočili uticaji različitih parametara, formirano je nekoliko varijanti pločastog transportera, koji su prikazani u tabeli 1. Pri tome su razlike na formiranim modelima, odnosno varijantama pločastog transportera bile u sledećem:

- oblik ploča – ravne i savijene,
- lokacija veze ploča i vučnih lanaca transportera – na krajevima i bliže sredini ploča.

Tabela 1. Formirane varijante pločastog transportera

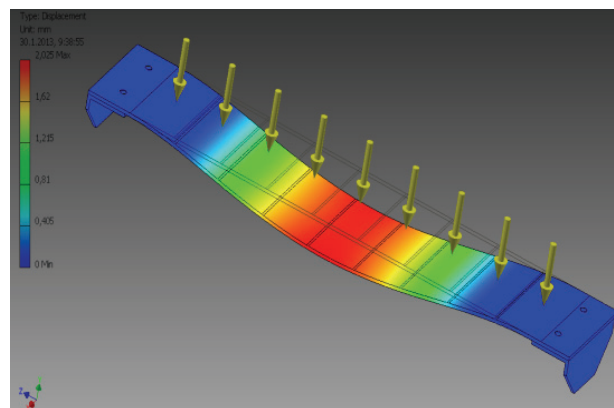
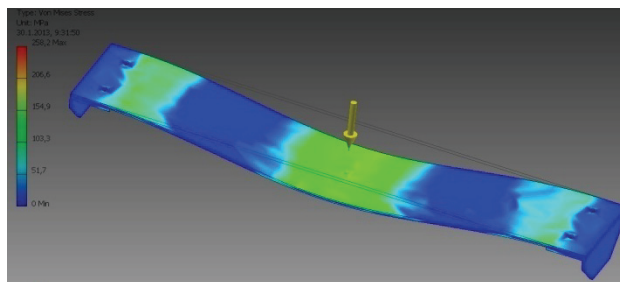
	Položaj lanca u odnosu na ploče			
	na kraju ploče		bliže sredini ploče	
oblik ploča	ravne	savijene	ravne	savijene
varijanta	PT1	PT2	PT3	PT4

U program Autodesk Inventor Professional Suite je integrisana metoda konačnih elemenata za računanje naponskog stanja tela i odgovarajućih deformacija pod dejstvom zadatih opterećenja. Na taj način se može proveriti da li su izabrani elementi odgovarajući za određene slučajeve opterećenja.

Na primeru pločastog transportera, izvršena je analiza opterećenja ploča za formirane četiri varijante pločastog transportera. Analiza ploče je izvršena na uprošćenom modelu, bez nosećih lanaca, lančanika i drugih elemenata koji zahtevaju definisanje dodatnih parametara, povećavaju broj konačnih elemenata i otežavaju proces analize. Pri tome je opterećenje ploča, odnosno raspored sila na pločama, definisano i unošeno na dva načina i to:

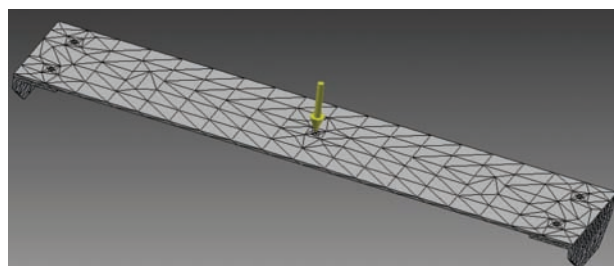
- u tački i
- po liniji.

Na modelima su zadavane sile od 500 N i 700 N, a na slici 9 su prikazana naponska stanja ploča za pojedine slučajeve opterećenja.



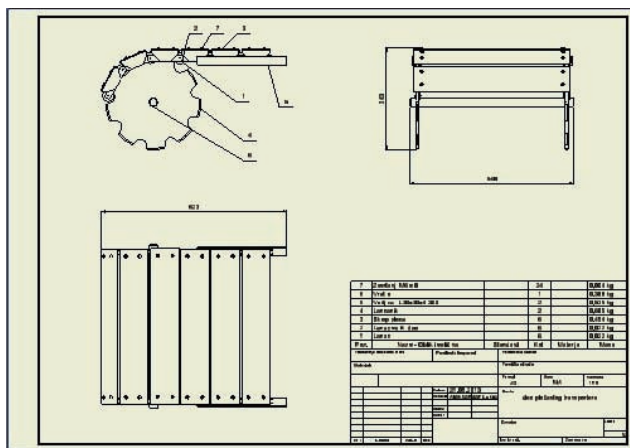
Slika 9. Naponsko stanje (Von-Mises-ov napon izražen u N/mm^2) ploča pri različitim slučajevima opterećenja i unošenja sila

Generisanje mreže konačnih elemenata se vrši automatski, nakon definisanja osnovnih parametara gde se, između ostalog, definiše i veličina konačnog elementa. Prilikom umrežavanja modela teži se da broj elemenata bude optimalan [3]. Nakon generisanja mreže konačnih elemenata, moguće je na željenim mestima, izvršiti modifikaciju, odnosno formirati gušću mrežu (slika 10).



Slika 10. Umreženi model pločastog transportera

Program Autodesk Inventor Professional Suite omogućava automatsko generisanje tehničke dokumentacije na osnovu formiranih delova i sklopova, slika 11. Osnovna projekcija se generiše odabirom proizvoljnog pogleda na formirani deo/sklop i zadavanjem razmere, nakon čega se mogu formirati ortogonalne projekcije, preseki, detalji, izometrijski pogledi itd. Na formiranim pogledima se mogu podešavati različiti parametri kao što su vidljivost linija, kota, ... Ubacivanje pozicija može da se vrši automatski ili ručno, pri čemu se numeracija vrši prema redosledu unosa elemenata u sklop. Program sadrži alate koji omogućavaju brzo unošenje parametara kao što su kvalitet obrade, tolerancije itd. Crteži se čuvaju sa ekstenzijom .idw ili .dwg tako da se mogu otvarati i modifikovati u programu AutoCAD [4].



Slika 11. Crtež sklopa segmenta pločastog transportera

Program automatski generiše i popunjava sastavnicu prema odabranom sadržaju (naziv i veličina, standard, broj komada, materijal, masa, ...).

5. REZULTATI I DISKUSIJE

U tabeli 2 su date dobijene maksimalne vrednosti *Von-Mises*-ovih napona, izražene u N/mm^2 , za navedene 4 varijante pločastog transportera.

Tabela 2. Max. vrednosti *VonMises*-ovih napona (N/mm^2)

	Varijante pločastog transportera			
	PT1	PT2	PT3	PT4
koncentrisana sila 500 N na sredini ploče	184,3	350,2	172,1	376,4
ravnomerno po površini ploče sila 500 N	92,6	89,82	90,61	81,05
koncentrisana sila 700 N na sredini ploče	258,2	438,9	240,9	421,8
ravnomerno po površini ploče sila 700 N	127,6	106,6	125,6	94,9

U tabeli 3 su date maksimalne vrednosti vertikalnih pomeranja ploča u milimetrima, za navedene 4 varijante pločastog transportera.

Tabela 3. Maksimalne vrednosti vertikalnih pomeranja ploča za različite varijante pločastog transportera (mm)

	Varijante pločastog transportera			
	PT1	PT2	PT3	PT4
koncentrisana sila 500 N na sredini ploče	4,014	0,916	3,325	0,874
ravnomerno po površini ploče sila 500 N	2,553	0,432	2,025	0,408
koncentrisana sila 700 N na sredini ploče	5,619	1,285	4,654	1,225
ravnomerno po površini ploče sila 700 N	3,534	0,619	2,831	0,596

Na osnovu dobijenih i prikazanih rezultata, mogu se doneti sledeći zaključci.

1. Unos opterećenja u modelu je veoma bitan i značajno utiče na dobijene rezultate. Ista vrednost sile, unešena u tački ili kao pritisak ravnomerno raspoređen po celoj površini ploče, dovodi do razlike u vrednostima maksimalnih napona koja ide i do 100 % kod ravnih

ploča, i do čak 400 % kod savijenih ploča. Ovo ukazuje na važnost poznavanja i pravilnog zadavanja stvarnog opterećenja na modelu, ali ne samo njegove apsolutne vrednosti nego i načina delovanja - u jednoj ili više tačaka, po jednoj ili više linija, delu ili celoj površini, ravnomerno ili neravnomerno raspoređeno. Pri tome treba napomenuti da je u realnim uslovima dejstvo opterećenja u tački praktično nemoguće, odnosno, i da i kod tačkastog opterećenja dolazi do lokalne deformacije u oblasti delovanja, koja dovodi do toga da se dejstvo opterećenja ostvaruje ne u tački nego po nekoj manjoj površini.

2. Oblik ploča utiče na vrednost maksimalnih napona na različite načine u zavisnosti od unosa sila. Kod koncentrisanog opterećenja, vrednosti napona kod savijenih ploča su približno dva puta veći nego kod ravnih ploča. U varijantama gde je opterećenje nanešeno ravnomerno po celoj površini vrednost maksimalnih napona je nešto manja kod savijenih u odnosu na ravne ploče.
3. Oblik ploča značajno utiče na vrednosti maksimalnih vertikalnih pomeranja ploča u obe situacije zadavanja opterećenja, pri čemu su kod varijanti sa koncentrisanim opterećenjima vrednosti pomeranja približno četiri puta manje kod savijenih u odnosu na ravne ploče, a kod unosa ravnomernog opterećenja po celoj površini približno šest puta manje kod savijenih u odnosu na ravne ploče.

6. ZAKLJUČAK

Pločasti transporteri imaju, zbog svojih osobina, veliku primenu u različitim oblastima. Prilikom projektovanja, pogodno je izvršiti računarsko modeliranje i analizu naponskog stanja elemenata pločastog transportera za različite slučajeve opterećenja, čime je moguće uočiti ponašanje istih u realnim uslovima.

Osim analize, na osnovu formiranih računarskih modela elemenata i sklopova pločastog transportera moguće je automatski formirati tehničku dokumentaciju.

Na osnovu dobijenih rezultata na nosećim elementima pločastog transportera, za korišćenje bi se preporučila savijena ploča jer omogućava veću nosivost.

7. LITERATURA

- [1] J. Vladić, „Logistika pretovara“, FTN, Novi Sad, 2005.,
- [2] J. Vladić, „Neprekidni i automatizovani transport“, FTN, Novi Sad, 2006.,
- [3] J. Vladić, „Projektovanje primenom računara“, skripta, FTN, Novi Sad, 2006.,
- [4] Autodesk Inventor Professional, tutorijali i uputstva, 2013.

Kratka biografija:



Aleksandar Lukić rođen je u Sremskoj Mitrovici 1984. god. Srednju mašinsku školu završio 2003. god. u Sremskoj Mitrovici.

SAGOREVANJE KUKURUZOVINE**COMBUSTION OF CORN STOVER**Boško Pjevac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisano je sagorevanje biomase, kao i njen sastav i karakteristike. U okviru rada izvršeni su i eksperimenti vezani za sagorevanje kukuruzovine. Rezultati su prikazani u formi promene temperature sagorevanja sa vremenom za različite brzine prođuvavanja vazduha i mase goriva. Eksperimenti su izvršeni pomoću laboratorijskog postrojenja za sagorevanje biomase.

Abstract: *This work describes the combustion of biomass, as well as its composition and characteristics. As a part of this study, combustion of corn stover was performed. Experiments were carried out and results presented in terms of combustion temperature vs time for various air flow rates and range of biofuel mass. Experiments were carried out using a laboratory plant for biomass combustion.*

Ključne reči: *sagorevanje, biomasa, kukuruzovina, biogorivo.*

1. UVOD

Ogromno napredovanje čovečanstva i modernizacija društva imala je za velike posledice narušavanje ekosistema Zemlje. Najveće napredovanje društva i života dovelo je do prekomerne eksploatacije prirodnih resursa čijim se korišćenjem emituje velika količina štetnih materija (gasova i čađi), a koji dovode do globalnog zagađenje i samim tim globalnog zagrevanja Zemlje.

Spomenuti prirodni resursi su fosilna goriva, a predviđa se da nafte ima za još narednih 40 godina, prirodnog gasa za narednih 60 godina, a uglja za narednih 150 godina [1]. Kako današnje čovečanstvo direktno zavisi od fosilnih goriva ovo je jedan od dva najbitnija razloga težnji ka pronalasku nekih alternativnih rešenja i energije.

Kada je reč o alternativnim vidovima energije, korišćenje obnovljivih izvora energije predstavlja jednu od mogućnosti zbog činjenice da su u pitanju skoro neiscrpni vidovi energije. Obnovljivi izvori energije se mogu podeliti na [2]:

- Bioobnovljive izvore eneregije (biomasa) - biogas/metan, peleti, briketi, biogoriva (biodizel I, II i III generacija, bioetanol I i II generacija, biometanol, helio-agrokultura, biobutan, biopropan i biovodonik),
- Energija vodotokova - velike hidroelektrane (HE) i mini hidroelektrane (MHE), energija talasa, plime i oseke,

NAPOMENA:

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

- Energija vetra,
- Sunčeva energija,
- Geotermalna energija,
- Ostali obnovljivi izvori energije.

Korišćenje biomase u Vojvodini u energetske svrhe ima veliki potencijal, što zbog ogromnih ostataka od poljoprivrede (slama soje, pšenice, ječma i kukuruzovine) tako i zbog drugih biljnih ostataka i otpada od stočarske proizvodnje, koji se mogu pretvoriti u biogas. Kao veliki proizvođač žitarica i industrijskog bilja (soja, suncokret, uljana repica), Vojvodina ima i veliki potencijal za proizvodnju biodizela i bioetanol.

Ovaj rad predstavlja deo serije eksperimentalnih ispitivanja sagorevanja biomase koja je regularno dostupna u seoskim domaćinstvima u Vojvodini.

2. KARAKTERISTIKE BIOMASE

Biomasa je gorivo koje se dobija od biljaka ili delova biljaka kao što su drvo, slama, stabljike žitarica, ljuštore itd. Generalno se može podeliti na drvnu, nedrvnu i životinjski otpad, u okviru čega se mogu razlikovati: drvna biomasa (ostaci iz šumarstva, otpadno drvo), drvna uzgojena biomasa (brzorastuće drveće), nedrvna uzgojena biomasa (brzorastuće alge i trave), ostaci i otpaci iz poljoprivrede, i životinjski otpad i ostaci.

Najčešće se koristi drvna masa koja je nastala kao sporedni proizvod ili otpad, kao i ostaci koji se ne mogu više iskoristiti. Takva se biomasa koristi kao gorivo u postrojenjima za proizvodnju električne i toplotne energije ili se prerađuje u gasovita i tečna goriva za primenu u vozilima i domaćinstvima. Poređenje drvene biomase sa drugim gorivima prikazano je u Tabeli 1.

Tabela 1: Poređenje drvene biomase sa nekim drugim gorivima [2]

Gorivo	Vlažnost	Donja toplotna moć		Odnos Drvo = 1
	%	MJ/kg	kWh/kg	
Lož ulje	-	42	11,67	2,78
Kameni ugalj	5	29	8,06	1,92
Koks	5	29	8,06	1,92
Mrki ugalj	25	13,6	3,78	0,9
Prirodni gas	-	50,2	13,94	3,32
Treset	32	13,3	3,69	0,88
Slama	15	14	3,89	0,93
Drvo	15	15,1	4,19	1

Glavna prednost biomase u odnosu na fosilna goriva je manja emisija gasova staklene bašte [3] i manje zagađenje voda. Dodatne prednosti su zbrinjavanje i iskorišćavanje otpada i ostataka iz poljoprivrede, šumarstva i drvne

industrije, smanjenje uvoza energenata, ulaganje u poljoprivredu i nerazvijena područja i povećanje sigurnosti snabdevanja energijom.

Svaka biomasa ima svojstva koja definišu način njene upotrebe kao goriva, posebno kada je reč o sagorevanju.

Najvažnija svojstva tj. karakteristike biomase su:

- sadržaj vlage,
- sadržaj pepela,
- sadržaj isparljivih sastojaka,
- hemijski sastav,
- ogrewna vrednost,
- gustina.

Neke od najbitnijih karakteristika raznih useva koji se koriste kao biomasa su prikazani u Tabeli 2.

Tabela 2: Karakteristike energetskih useva [4]

Usev	Prinos suve materije t SM/ha godišnje	Donja toplotna moć MJ/kg SM	Količina energije po ha GJ/ha	Sadržaj vlage pri žetvi %	Sadržaj pepela mas. %
Slama	2-4	17	35-70	14,5	5
Miskantus	8-32	17,5	140-560	15	3,7
Konoplja	10-18	16,8	170-300	n/a	n/a
Vrba	8-15	18,5	280-315	53	2,0
Topola	9-16	18,7	170-300	49	1,5
Trstika (Giant reed)	15-35	16,3	245-570	50	5
Kanarska trava (Reed canary grass)	6-12	16,3	100-130	13	4
Svižgras (Switchgrass)	9-18	17	-	15	6
Bagrem (Black locust)	5-10	19,5	100-200	35	n/a
Drvo	3-5	18,7	74,8	50	1-1,5

Generalno, prinos suve materije (SM) i toplotna moć useva predstavljaju najznačajnije faktore pri određivanju potencijala energetske sirovine kao čvrstog goriva. Zbog toga, treba imati u vidu da prinos suve mase u velikoj meri zavisi od karakteristika tla i klimatskih uslova, dok sadržaj vode i pepela zavisi od vremena žetve.

Biogoriva se međusobno mnogo ne razlikuju po elementarnom hemijskom sastavu i sadržaju vlage. Dok je ljuska suncokreta relativno sitna i ravnomernog granulometrijskog sastava (veličina čestica se kreće od veličine čestica prašine do komada od nekoliko santimetara).

Osnovni problem u preradi biomase je velika vlaga, a nedostatak je mala energetska vrednost po jedinici mase. Prerada biomase se vrši sa ciljem dobijanja pogodnijeg oblika za transport, skladištenje i upotrebu.

Primarne tehnologije za preradu biomase su (slika 1.):

a. Mehanička prerada

Tehnologija briketiranja–peletriranja je postupak prilikom kojeg se usitnjeni materijal pod visokim pritiskom pretvara u kompaktnu formu velike zapremine mase, pogodna za dalju manipulaciju i korišćenje. Konačan proizvod briketiranja naziva se briket. Proces briketiranja primenjuje se odavno u rudnicima uglja. Na klipnoj presi presuje se prašina i sitni otpaci od uglja.

b. Biohemijska prerada

Anaerobna digestija (truljenje, razgradnja)

Kada se govori o biogasu, obično se misli na gas sa velikom količinom metana u sebi, koji nastaje

fermentacijom organskih supstanci, kao što su stajsko đubrivo, mulj iz otpadnih voda, gradski čvrst otpad ili bilo koja druga biorazgradiva materija, pri anaerobnim uslovima.



Slika 1: Primarne i sekundarne tehnologije prerade biomase [5]

Transesterifikacija

Proces transesterifikacije je najčešće primenjivan postupak industrijske sinteze metilestara masnih kiselina (MEMK) odnosno biodizela. Biodizel je komercijalni naziv pod kojim se metilester (ME), bez dodatnog mineralnog dizel goriva, nalazi na tržištu tečnih goriva i prodaje krajnjim korisnicima. Ono je standardizovano, tečno nemineralno gorivo, nije otrovan, biorazgradiva je zamena za mineralno gorivo, a može se proizvoditi iz biljnih ulja, recikliranog otpadnog jestivog ulja ili životinjske masti.

Transesterifikacija triglicerida je reakcija u kojoj dolazi do hidrolize estarskih grupa glicerida u prisustvu drugog alkohola i ponovne reakcije esterifikacije u kojoj sada nastaje metilestar masnih kiselina. Pri ovoj reakciji nastaje glicerol kao sporedni proizvod.

c. Termičko-hemijska prerada

Sagorevanje

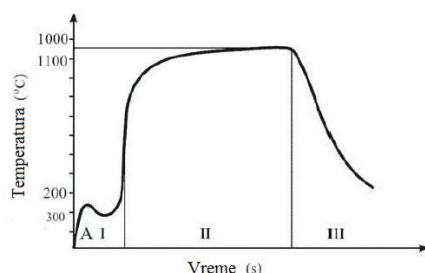
U zavisnosti od vrste, vlažnosti i krupnoće komada otpadne biomase razlikuju se tehnologije njene pripreme i sagorevanja – odnosno tipova (konstrukcija) ložišta kotlova u kojima se vrši sagorevanje (kotlovi malih, srednjih i velikih snaga). Za sagorevanje se, uglavnom koriste klasične tehnologije sagorevanja na rešetci (nepokretnoj, pokretnoj, kosoj i stepenastoj), sagorevanje u letu, sagorevanje u mehurastom fluidizovanom sloju i cirkulacionom fluidizovanom sloju. Najčešće korišćeni oblici goriva za ovakva postrojenja su drveni otpaci iz šumarstva i drvne industrije, slama i razni poljoprivredni otpad, komunalni i industrijski otpad koji je biorazgradiv.

Među tehnologijama čije se značajnije korišćenje u proizvodnji električne energije očekuje u budućnosti, na prvom mestu je gasifikacija biomase sa korišćenjem gasa za pogon gasnih motora ili gasnih turbina.

Karakterističan odnos temperatura-vreme tokom sagorevanja biogoriva u zatvorenom prostoru je veoma slikovito prikazan u radu Prevedena [6], što je predstavljeno na slici 2. Na slici se može uočiti da se prema odgovarajućim temperaturama može obaviti i podela faza sagorevanja biogoriva (I, II, III).

U fazi I biogorivo se zagreva, suši, razlaže i pali. Kao što je poznato pri sagorevanju ne gori masa goriva, nego produkti termičkog razlaganja te mase, gasovi. Nakon paljenja biogoriva intenzitet sagorevanja se smanjuje. Po površini dela mase na kojoj sagorevaju gasovi stvara se

sloj drvenog uglja (ćumura), dok se proces termičkog razlaganja nastavlja. Pod uticajem toplote se posle određenog vremena, produkti razlaganja cele mase biogoriva naglo oslobađaju, ispunjavaju prostor i pale. Masa biogoriva sagoreva dejstvom turbulentnog plamena i naglim povišenjem temperature.



Slika 2: Tok krive temperatura-vreme procesa sagorevanja biogoriva

(I-razlaganje, II-sagorevanje, III-obamiranje) [6]

U fazi II gorivo potpuno sagoreva. Razvoj faze i tok krive temperatura-vreme u mnogome zavisi od oblika prostora u kojem se sagorevanje obavlja, odnosno odnosa biogoriva-vazduh za sagorevanje i dužine zadržavanja čestica biomase u prostoru za sagorevanje (ložištu).

Faza III ima karakteristike obamiranja procesa sagorevanja. Vreme trajanja ovog procesa zavisi od potpunosti sagorevanja biogoriva u periodu II, odnosno od dogorevanja (tinjanja) nepotpuno sagorelih delova biogoriva.

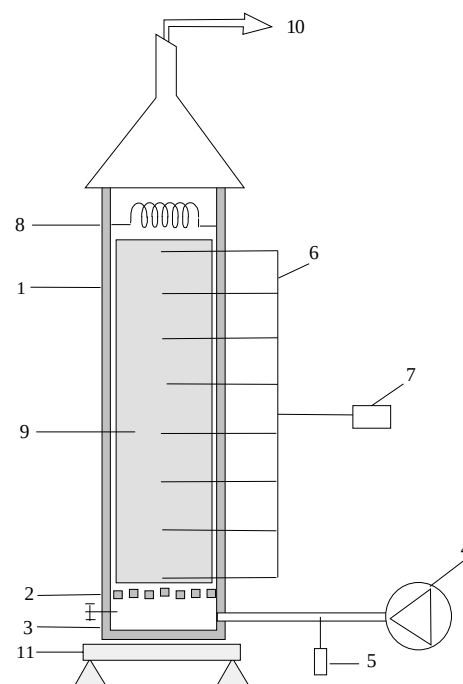
4. EKSPERIMENTALNA PROCEDURA I REZULTATI

U okviru ovog rada izvršeni su ekperimenti koji su vezani za sagorevanje biomase, u ovom slučaju kukuruzovine je iskorišćenja za dobijanje bitnih parametara sagorevanja. Izvršeno je osam merenja sa različitim vrednostima početnih masa goriva i dovođenjem različitih količina vazduha za samo sagorevanje (Tabela 3).

Tabela 3: Vrednosti početne mase kukuruzovine i početne brzine uduvavanja za sve ekperimente

Broj ekperimenta	Masa kukuruzovine (g)	Brzina uduvavanja vazduha (m/s)
I	3354	0,1
II	1737	0,2
III	1894	0,48
IV	3405	0,15
V	1912	0,3
VI	3427	0,21
VII	1674	0,6
VIII	2467	0,25

Ekperimenti su izvršeni pomoću laboratorijskog postrojenja za sagorevanje koje od uređaja ima, osim reaktora u kom se vrši sagorevanje, i grejač na samom vrhu reaktora, kao i ventilator koji služi za dovođenje vazduha u reaktor. Za sagorevanje kukuruzovine korišćeno je laboratorijsko postrojenje šematski prikazano na slici 4 [7].



Slika 4: Šema laboratorijskog postrojenja

1-reaktor, 2-rešetka, 3-pepeljara, 4-ventilator sa potencijetrom, 5-merač protoka vazduha, 6-termoparovi, 7-data logger (uređaj za očitavanje temperature sa termoparovima), 8-električni grejač, 9-gorivo (sloj kukuruzovine), 10-dimni gasovi, 11-industrijska vaga

Za svaki ekperiment merene su i zabeležene srednje vrednosti brzina vazduha na početku ($V_{početno}$) i na kraju sagorevanja ($V_{krajnje}$) kao i masa goriva na početku ($m_{kukuruzovine}$) i masa pepela na kraju sagorevanja (m_{pepela}). Za ekperiment I, ove vrednosti su:

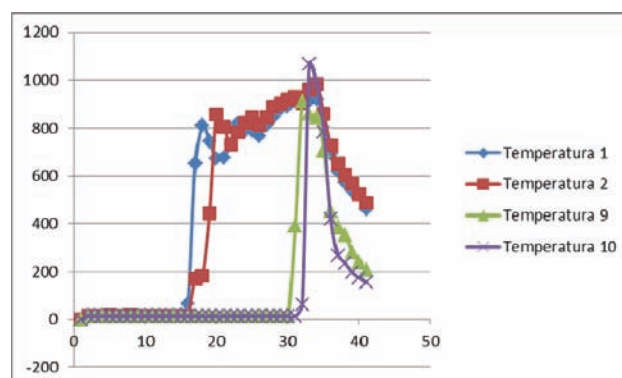
$$V_{početno} = 0,1 \text{ m/s}$$

$$V_{krajnje} = 0,43 \text{ m/s}$$

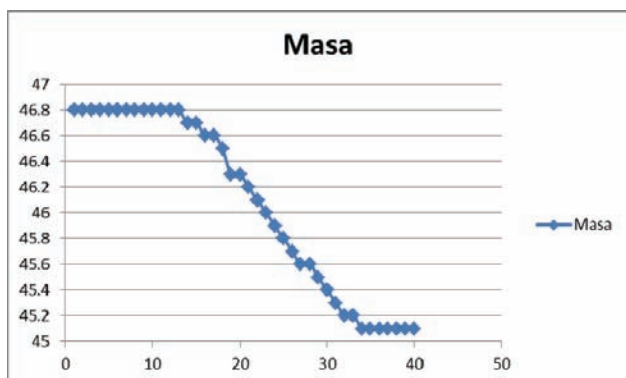
$$m_{kukuruzovine} = 3354 \text{ g}$$

$$m_{pepela} = 145 \text{ g}$$

Promene temperature sagorevanja praćene su duž reaktora i beležene svakih 30 sekundi. Rezultati merenja su obrađeni u „excel“ programu i na osnovu njih dobijeni su grafici odnosa temperatura i vremena, kao i mase i vremena sagorevanja za svaki izvedeni ekperiment.



Grafik 1: Promena temperature tokom vremena trajanja sagorevanja (ekspiriment II)

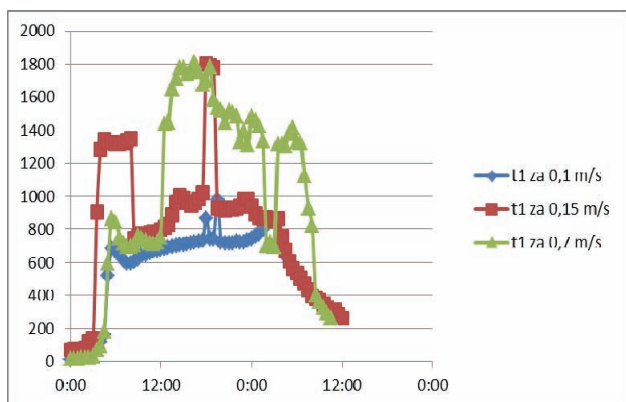


Grafik 2: Promena mase tokom vremena trajanja sagorevanja (eksperiment II)

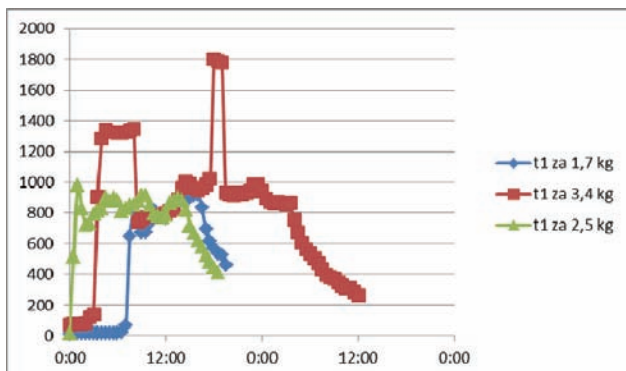
Tipični rezultati su prikazani na graficima 1 i 2 (za eksperiment II), gde su temperature 1 i 2 na vrhu, a temperature 9 i 10 na dnu reaktora.

Dok kukuruzovina sagoreva u reaktoru dolazi do promene temperature kroz reaktor, a najveći temperaturni skok je zabeležen na gornjem delu reaktora, gde su temperature dostizale vrednosti oko 1200°C , a nekad i preko te vrednosti, zavisno od brzine prodivavanja vazduha za sagorevanje.

Zavisnost temperature na vrhu reaktora (temperatura 1) od vremena sagorevanja za različite brzine prodivavanja (pri konstantnoj masi kukuruzovine) i različite početne mase kukuruzovine (pri konstantnoj brzini prodivavanja) prikazane su na graficima 3 i 4 respektivno.



Grafik 3: Temperatura 1 za masu kukuruzovine od 3,4 kg pri različitim brzinama



Grafik 4: Temperatura 1 za brzinu udivavanja 0,2 m/s pri različitim masama biogoriva

5. ZAKLJUČAK

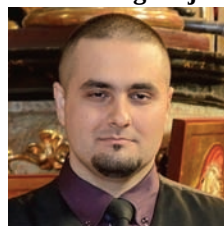
Prilikom sagorevanja kukuruzovine izdvaja se nekoliko bitnih faza sagorevanja, tipičnih pri sagorevanju biomase. U početnoj fazi usled zagrevanja iz biogoriva dolazi do isparavanja vlage. Taj proces je odvojen od procesa termičkog razlaganja i odvija se na temperaturama od $80-90^{\circ}\text{C}$. Posle ove faze, pri temperaturnom intervalu od $80-200^{\circ}\text{C}$, nastaje vreme skrivenog termičkog razlaganja biogoriva. Prelaskom te granice temperature, dolazi do značajne promene mase biogoriva, a taj proces se odvija u temperaturnom intervalu od $270-370^{\circ}\text{C}$, i on zavisi od brzine zagrevanja. Od $350-550^{\circ}\text{C}$ brzina gubitka mase donekle opada, ali je još uvek intenzivna. Prekoračenjem temperature od 550°C proces suve destilacije goriva se završava i nastaje sagorevanje čvrstog ostatka (fiksog ugljenika).

Rezultati su pokazali uticaj početne mase kukuruzovine i brzine udivavanja vazduha u reaktor na temperaturu sagorevanja. Zaključeno je da je promena mase kukuruzovine uticala na temperature istim načinom kako se i ona menjala, tj. povećanjem mase dobijale su se i veće temperature tokom eksperimenta i obrnuto. Takođe je konstatovano i da je promena brzine udivavanja vazduha malo složeniji problem i da se povećanjem brzine udivavanja dostižu visoke temperature, koje su nekada i duplo veće nego kod manjih brzina udivavanja. Rezultati su pokazali dostizanje temperatura od čak 1800°C .

6. LITERATURA

1. <http://www.blic.rs/Slobodno-vreme/Vesti/180766/Nafte-ostalo-jos-za-40-godina> (pristupljeno 2.11.2013.)
2. D. Gvozdenac, B. Nakomčić-Smaragdakis, B. Gvozdenac-Urošević, *Obnovljivi izvori energije*, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad (2009).
3. J. Bates, O. Edberg, C. Nuttall, *Minimising greenhouse gas emissions from biomass energy generation*, Environment Agency (2009).
4. M. Brkić, T. Janić, *Briketiranje i peletiranje biomase*, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad (2009).
5. <http://www.biogenerator.avm.rs/files/Energija%20biomase.pdf> (pristupljeno 2.11.2013.)
6. Z. Preveden, *Alternativno gorivo i poljoprivredni otpaci*, Zbornik radova: "Aktualni problemi mehanizacije poljoprivrede", Jugoslovensko društvo za poljoprivrednu tehniku, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb - Šibenik, p. 579-591. (1980).
7. B. Miljković, *Matematički model sagorevanja pšenične slame u pokretnom sloju*, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad (2012).

Kratka biografija:



Boško Pjevac rođen je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Energetike i procesne tehnike odbranio je 2013. god.

АКУСТИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПРОСТОРИЈА ACOUSTIC PROPERTIES OF CLOSED AREA

Александар Мијановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – Овај рад бави се акустичким карактеристикама просторија. Посебно су обрађене теме звук, бука и реверберација. Бука се посматра као нежељени звук, а рад се бави стандардима и мерењем буке, као и принципима звучне изолације. У последњем делу овог рада пажња је усредсређена акустичкој оцени амбијента, као и акустичкој обради разних просторија (за говор и музику), опере, вишенаменске дворане и цркве.

Abstract – In this paper, some aspects of room acoustics are described, such as the sound, noise and reverberation. The paper deals with noise as unwanted sound, standards and measurement noise, as well as the principles of sound insulation. In the final section of this paper attention is focused on the acoustical evaluation of the environment, as well as the processing of the different areas (speech, music), opera, multipurpose halls and churches.

Кључне речи: звук, бука, реверберација, принципи звучне изолације, акустички елементи, оцена амбијента.

1. УВОД

Која чула има човек? Вид, слух, додир, мирис, укус и чуло равнотеже. Чуло слуха има специфичну и веома важну улогу у животу човека. Звук настаје када дође до одређеног осциловања честица неке еластичне средине. Људско чуло слуха у стању је да региструје овакве осцилације уколико су оне у опсегу учесталости између 20 Hz и 20.000 Hz. Све осцилације испод 20 Hz зове се инфразвуком, а осцилације учесталости изнад 20.000 Hz називамо ултразвуком – иако их човек не чује постоје жива бића која их опажају. Спољашња сила која изазива поремећај еластичне средине назива се извор звука. Величина деформације средине увек је функција просторних координата и времена. Део простора у коме егзистира звук назива се звучно поље, а величина којом се карактерише назива се звучни притисак - p . Осим звучног притиска у пракси се често користи ниво звучног притиска - L , величина која је директно сразмерна притиску, а изражава се у dB.

$$L = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} \text{ (dB)} \quad (1)$$

где је $p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa праг чујности на 1 kHz.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Владо Делић, ред. проф.

По дефиницији, бука је *нежељени звук*. Оцена да ли је неки звук бука или није, према томе, сасвим је субјективна: оно што је једном човеку бука, то неком другом не мора бити, иако се ради о истом звуку. Мере заштите од буке се предузимају с циљем заштите човека од нежељеног учинка буке. Скуп свих економски оправданих мера и средстава којима се учинак буке смањује на прихватљив ниво назива се звучном заштитом.

Наука о акустици просторија релативно је млада. Одређивање акустике једне просторије је веома сложен задатак, јер она зависи од низа различитих фактора, које имају како засебан тако и значајан међусобни утицај, тако да неко одлично решење једног од фактора не значи много у укупној акустичкој слици, ако то у интеракцији са осталим факторима не даје добар крајњи резултат [1].

2. ЗВУК У ПРОСТОРИЈИ

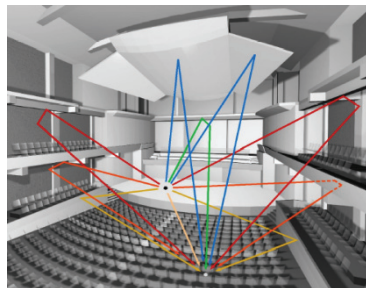
Звук се на одређеном месту слушања у просторији састоји од директног и реверберентног звука.

2.1 Директан звук

Директни звук је звук који долази и извора и још се није одбио од неке површине. Он стиже први до слушаоца и меродаван је за утисак о правцу извора. Доминира само у близини извора. Директан звук садржи све информације које је емитовао звучни извор.

2.2 Реверберантни звук

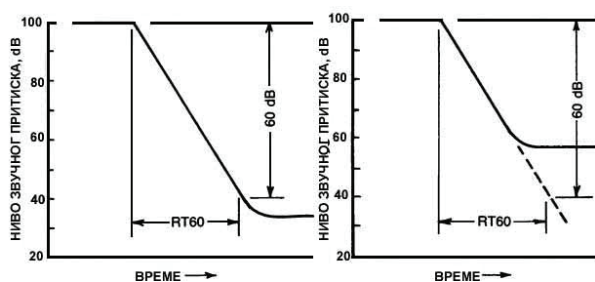
Реверберантни звук је звук који је сачињен од низа рефлексија, прво појединачне, а онда са свих страна и све слабије. Има доминантан ниво у већем делу просторије. Он је значајан за субјективни доживљај величине простора.



Слика 1. Пример директног и реверберентног звука [2]

2.2 Време реверберације

Један од најважнијих параметара у акустици просторија је време реверберације. Време реверберације представља време за које ниво звука у просторији опадне за 60 dB од тренутка престанка побудног сигнала.



Слика 2. – Време реверберације [2]

Крајем 19. века, W. C. Sabine је дао научне темеље просторне акустике, и то дефинисањем реверберације и налажењем времена реверберације. Sabine је, на основи својих мерења, успео извести формулу за израчунавање времена реверберације која и данас важи:

$$RT_{60} = \frac{0.163V}{A} [s] \quad (2)$$

V - запремина просторије

A - укупна апсорпцијска површина просторије изражена у m^2

Време реверберације има једну бројну вредност за целу просторију и важно је за акустичку оцену амбијента. Брзина опадања звука је јако битна за субјективну оцену јачине звука, па ако је време реверберације веће, ми са истом акустичком снагом постижемо већи ниво звука.

2.3 Појаве које прате ширење звука

При простирању звука кроз неку средину, звук слаби. Кад звучни талас удари у неку препреку један део звучне енергије се рефлектује, а остатак се апсорбује. Осим апсорпције и рефлексије приликом ширења звука уочљиве су и појаве дифракције и рефракције, дифузије и Доплеровог ефекта, као и ефекат стојећег таласа. Све плоче, сви материјали и предмети у некој просторији апсорбују звук. Кад се говори о апсорпцијским материјалима или о апсорпцијским конструкцијама, мисли се на оне којима је основни задатак да својим акустичким својствима произведу контролисану апсорпцију. Врсте акустичких интервенција у просторијама су: дифузори, рефлектори и апсорбери. Њихова основна улога је корекција карактеристике времена реверберације, смањење буке и нежељеног звука одређене фреквенције или опсега, као и поништавања жеке. Можемо такође побољшати и расподелу звучног поља и смањити ефекат усмерености.

3. ИЗОЛАЦИЈА ОД БУКЕ

Дефинишући буку као сваки нежељени звук који чујемо, може се закључити да смо свакодневно изложени њеном деловању, које неретко може имати и штетно дејство. За процену штетног дејства буке на човека, оцену стања нивоа буке, предузимање адекватних метода за смањење буке потребно је имати што тачније и што потпуније карактеристике саме буке. Мерењем је неопходно одредити три основне карактеристике буке: јачину буке, фреквенцијски спектар буке и временске карактеристике буке. Приликом мерења буке можемо мерити: укупну буку, која преставља збир утицаја свих извора буке у околини, затим специфичну буку, која представља буку неког

одређеног извора или групе извора и позадинску буку, која представља буку која је уобичајена на мерном месту, а након искључивања свих извора звука који имају удела у специфичној испитиваној буци.

Апарати за мерење буке зову се фонометри. Дозвољени нивои буке су регулисани законима, уредбама и правилницима. У Републици Србији бука је регулисана Законом о заштити од буке у животној средини („Сл. гласник РС“ бр. 36/2009 и 88/2010), као и одређеним правилницима и уредбама.

3.1 Пuteви преношења буке

Бука се може преносити ваздушним путем, када звук не мења средину кроз коју се простире. То могу бити разни отвори, прозори, врата, вентилациони канали и слично. Бука се такође може преносити и кроз чврста тела као што су грађевински елементи који окружују пријемни простор. Бука се углавном преноси вибрацијама, јер прозори, врата, па и зидови вибрирају као целине. Извор вибрација не мора бити у ваздуху (структурна бука), а такви извори су куцање на врата, ходање по поду. Та, структурна бука мање се преноси кроз теже и еластичне материјале.

Типичан пример за структурну буку је хидраулична преса која ради у некој хали. Елиминисање ове буке се може постићи постављањем еластичних подметача испод пресе, ојачавањем темеља (повећање масе) или пак одвајањем пресе са посебним темељима од остатка хале.

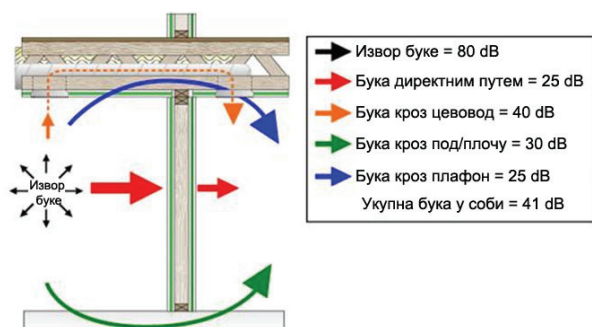
3.2 Пет принципа звучне изолације

Принцип пре свих принципа звучне изолације је заптивање. Без обзира на све принципе, уколико овај тзв. нулти принцип није испуњен, тј. уколико систем није добро заптвен и уколико су могући директни звучни мостови, сви наши покушаји за добром звучном изолацијом су бесмислени. Први принцип је принцип масе који каже да ће сваком звучном поремећају бити теже да изазове подрхтавање било које препреке уколико је она тежа, односно уколико има већу масу. Ипак овај принцип сам по себи није толико користан јер је чак и у теоретским условима потребно велико повећање масе за мерљив учинак у звучној изолацији. Тако, дуплирајући масу зида, побољшање звучне изолације износи тек негде око 6dB. Принцип масе је нарочито користан у ситуацијама где је проблем буке повезан са постојећим преградама мале масе (преграде од гипсаног зида). Други принцип или принцип одвајања је врло популаран и једноставан принцип. Уметање еластичних материјала између слојева преграда има за последицу да ће један део звука ослабити проласком кроз ваздушни цеп, а остатак ће се значајно редуковати наилазком на уметнуту изолацију од неког апсорбујућег материјала (вуна, стиропор, трска,...). Овај принцип је веома зависан од фреквенције и на резонантним фреквенцијама имамо чак и погоршање перформанси. Овакви системи ће имати добре карактеристике на фреквенцијама које су за једну октаву више од резонантних. Спуштањем резонантне фреквенције искоришћење оваквог система ће бити веће. Трећи принцип и истовремено најраспрострањенији је принцип апсорпције, са којим се понекад и комплетна звучна изолација поистовећује. Уметањем апсорпционих материјала

један део звука се губи у самој структури материјала и не преноси се даље. Додавањем оваквих материјала у шупљине снижава се и вредност резонантне фреквенције целог система. На веома ниским фреквенцијама ефекат додавања оваквих материјала нема много смисла. Наиме, уколико се постави плоча од фибергласа испред обичног звучника, приметите да је ниво звука значајно смањен, међутим уколико се исти материјал постави испред нискотонца или *subwoofer*-а, неће се приметити практично никакав ефекат у редукцији звука. Апсорпциони материјали тек у комбинацији са осталим елементима и принципима звучне заштите играју важну улогу у укупној редукцији нивоа пренетог звука.

Четврти принцип или принцип резонанције говори да ће комплетан систем, на резонантној фреквенцији, са све додатном масом, апсорберима, ваздушним џеповима и осталим елементима и претходних принципа почети да вибрира и преноси звук у суседну просторију.

Што је ова фреквенција нижа то је боље. Имамо два основна правца решавања проблема резонанције. Први начин је пригушење, где коришћењем одговарајућих еластичних материјала смањујемо амплитуду осциловања и тиме смањујемо ниво звука који се простире са друге стране осцилујуће компоненте. Други начин је померањем резонантне тачке, где правилном комбинацијом предходна три принципа снижавамо резонантну фреквенцију. Последњи од пет принципа је принцип провођења звука и односи се на индиректно провођење звука кроз конструктивне елементе, који заправо немају везе са непосредним преградним елементом.



Слика 3. Пример петог принципа звучне изолације

Као што видимо, звук се у суседну просторију осим директно кроз преградни зид, преноси и вибрирањем кроз плафон и под. Врло често већи део буке пролази управо овим каналима и на тај начин, звучна изолација ће нам бити онолико добра, колико је добра најлошија карика у овом ланцу.

Наиме, никаквим додатним интервенцијама и побољшањем звучне изолације преградног зида нећемо добити никакав даљи ефекат, уколико не пресечемо канале којима се звук простире провођењем кроз плафонску, односно подну конструкцију.

Ово се може изводити уметањем механичких препрека, канала, пригушивача осцилација и врло је важно ове интервенције урадити на страни извора буке.

4. АКУСТИЧКА ОЦЕНА АМБИЈЕНТА

Постоји неколико услова за добру акустику. Првенствено у просторији не сме бити буке, како унутрашње, тако ни спољне. На свим местима у просторији звук мора бити довољно гласан, а ниво звука мора бити свуда приближно једнак. Треба у што већој мери избегавати паралелне наспрамне зидове, како не би настајале нежељене резонанције. Реверберација мора бити довољно мала, да би се избегло преклапање узастопних звукова, чиме би се нарушила размљивост говора и квалитет музике. Запремина (волумен), облик и реверберација (одјек) су три чиниоца која одређују акустичке особине простора.

Акустичке просторије можемо поделити на мале акустичке просторије и велике акустичке просторије [3]. Мале акустичке просторије су запремине 70 m^3 и у њих спадају говорни студији, кућни биоскоп, мали музички студији, режије, мање учионице, мање сале за састанке и сл.

Велике акустичке просторије су запремине преко 300 m^3 и у њих спадају велики студији, цркве, концертне дворане, позоришта,...

4.1 Акустички захтеви просторија намењених за говор

Постоји неколико захтева које је потребно испунити када је реч о просторијама намењеним за говор. Овде се пре свега мисли на оптимално време реверберације, избегавање акустичких дефеката (јека и флатер ехо), као и на обезбеђивање минималног нивоа буке. Уколико је то потребно треба употребити и систем за озвучење. Пожељне димензије у просторијама за говор су такве да у случају предаваонице највећа удаљеност од извора звука (говора) не би требала прећи 25 m, а у случају драмских позоришта ова удаљеност не би требала бити већа од 20 m [4]. Пожељна површина по седишту у просторијама за говор износи од 0,55 до 0,7 m^2 , док запремина по седишту треба да буде у распону од 2 до 5 m^3 , уз напомену да се препоручују нешто веће вредности за веће запремине, а такође и веће вредности од учионице према позоришту.

4.2 Простори намењени за музику

Постоји низ субјективних параметара који су везани за просторе за музику и они се могу поделити у две групе. У прву групу спадају параметри који су везани за „рани звук“, а у другу параметри везани за реверберацију. У параметре везане уз „рани звук“ убрајамо: одјечност (*Reverberance*), јасноћу (*Clarity*), интимност (*Intimacy*), просторност (*Spaciousness*) - допринос рефлексија од бочних зидова. У параметре везане за реверберацију убрајамо: просторност (*Spaciousness*) - „укљученост“ слушаоца, топлина (*Warmth*), бриљантност (*Brilliance*), гласноћа (*Loudness*).

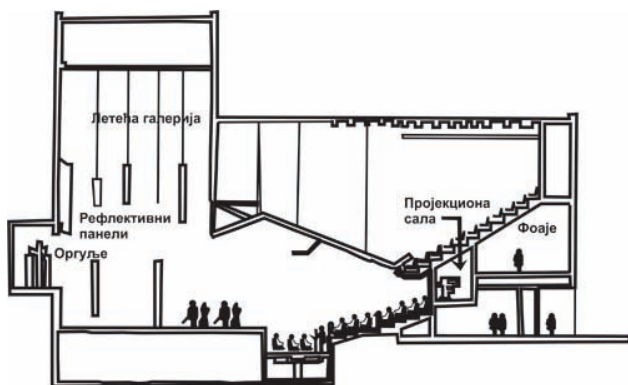
4.3 Опера

Разлика опера у односу на концертне дворане и аудиторије је у постојању сцене и оркестра. Неке од основних карактеристика опера су да је отвор изнад сцене висок, и он представља акустички апсорбер. Оптимално време реверберације у опери је веће него за драмско позориште, а мање него за концертну дворану, док за облик опере важе правила из одељка

4.1. Најважнији субјективни параметар у опери је интимност, односно постизање везе између певача и гледалаца. Линија пода и распоред седишта у опери треба да омогући добар поглед свим гледаоцима. Сцена у опери треба да буде конструисана тако да је време реверберације на њој исто као и у гледалишту. Такође је важно да се избором сценографије избегне губитак звука у торњу позорнице. Седишта у опери би требало да буду пресвучена тканином, а кожу и пластику треба избегавати. Оптимално је $1,5 \text{ m}^2/\text{gl}$ материјала.

4.4 Вишенаменске дворане

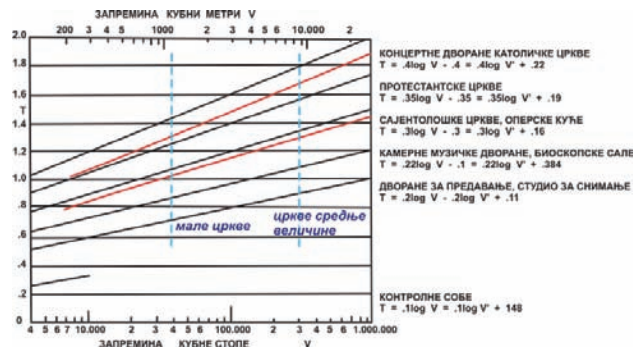
Успешност обједињавања више намена код вишенаменских дворана зависи од следећих параметара: одабране концепције (намене), расположивих материјалних средстава као и облика и размештаја гледалишта. Важно је напоменути да су ови параметри међусобно зависни. Почетни параметри за акустичко пројектовање зависе од одабраног изгледа позорнице. Промена оптималног времена реверберације код вишенаменских дворана постиже се променом запремине, али и промењивом акустичком обрадом. На слици 4. приказан је пример вишенаменске дворане.



Слика 4. Пример вишенаменске дворане

4.5 Цркве

Када је реч о акустичким захтевима цркава значајно је напоменути да међу њима постоје разлике, и то, пре свега, због различитих религија, као и самог начина обављања и врсте верских обреда. Оно што је заједничко за већину свих религијских простора јесте њихова мултифункционалност. Наиме, најчешће је потребно истовремено остварити оптималне услове и за говор (разумљивост) и за музику (зависи од врсте). У црквама треба да се користе "тврди", за звук рефлектирајући материјали, исти као и за концертне дворане. Дрвене панеле треба причврстити за масивне стене, а погодни материјали су цигла, камен и бетон. Тепихе треба избегавати, нарочито у близини хора и оргуља. У случају да се користе апсорпциони материјали, њих не треба постављати на плафон. Тапацирана седишта су лоша кад верници певају, али су зато добра као празна места.



Слика 5. Оптимално време одјека у црквама

5. ЗАКЉУЧАК

„Доћи ће дан кад ће бука постати један од великих непријатеља човека, тако да ћемо се борити с њом као некад против куге и колере“, рекао је Роберт Кох. Убрзани развој индустрије и технологије унео је у човеков живот врло моћне изворе звука. Тај убрзани развој није заобишао ни грађевинарство, тако да имамо и нове системе грађења са новим материјалима. Међутим, све те новине имају и своју лошу страну, то је да они мање апсорбују звук од старијих и масивнијих материјала, чиме се повећава ниво буке. Чињеница да бука није само сметња, него и претња здрављу, навела је многе да се позабаве овим питањем. Разни изолациони системи и производи који данас постоје дају темељ за добра решења заштите од буке, а самим тим доприносе квалитету живота. Међутим то није довољно. Потребан је даљи развој и даља истраживања како би се дошло до нових, квалитетнијих, јефтинијих и најважније по животну околину, здрављих материјала који ће омогућити стварање акустички угодног, функционално примереног и здравог окружења у зградама.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Арпад Основих, Иван Феце, Стеван Тибаи; Акустика и тонско снимање, ЈРТ, 1980.
- [2] Владо Делић; Акустика просторија - предавања на ФТН, 2011.
- [3] Владо Делић; Акустичка подела просторија - предавања на ФТН, 2012.
- [4] Владо Делић; Акустичке карактеристике просторија - предавања на ФТН, 2012.
- [5] Heinrich Kuttruff; Room Acoustics, Spon Press, 2009.

Кратка биографија:



Александар Мијановић рођен је у Беранама 1974. године. Дипломски-мастер рад је одбранио на Факултету техничких наука из области Електротехнике и рачунарства - Акустика и аудиотехника.

**REALIZACIJA SISTEMA AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA U POGONU
KROJAČNICE DELOVA KOŽNE GALANTERIJE****REALIZATION OF AUTOMATIC CONTROL IN THE CUTTING DEPARTMENT OF THE
LEATHER PRODUCTION**

Dalibor Radulović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada prikazano je rešenje za automatizaciju mosne hidraulične prese kojom se, trenutno upravlja ručno. Za kreiranje PLC programa i simulaciju sekvencijalnog sistema kontrole korišten je STEP 7 softverski paket.

Abstract – This paper presents the solution for the automation of the bridge hydraulic press which is, at the moment, operated manually. STEP 7 software package was used for the creation of a PLC program and simulation of sequential control system.

Ključne reči: Automatizacija, Mosna Hidraulična Presa, PLC, SCADA, STEP 7, Sekvencijalno upravljanje

1. UVOD

Mosna hidraulična presa je alatna mašina. U osnovnoj izvedbi to je tip hidraulične prese, za obradu materijala isecanjem pod pritiskom. Sastoji se od gornjeg pomičnog sklopa pričvršćenog na pokretni deo prese, i donjeg nepomičnog dela pričvršćenog na radni sto prese. Radni (rezní) elementi mosne hidraulične prese su žigovi ugrađeni u gornji sklop ili matrice koje pomoću noževa ugrađenih u njima odsecaju delove vršeći pritisak na donji sklop, tj. radni sto prese.

Materijali za isecanje mogu biti:

- metalni limovi u obliku ploča ili platine
- polimeri, papir, koža, guma, tekstil...

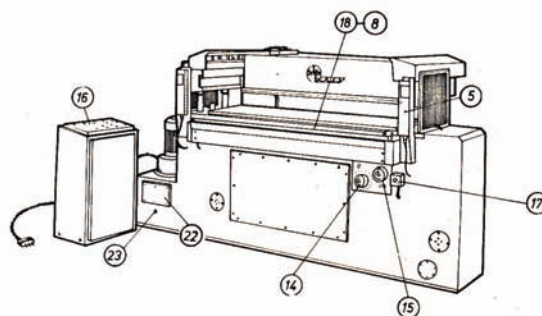
Mosna hidraulična presa (Slika 1.) ima zatvoreno kućište u zavarenoj izvedbi. Na desnoj strani rama napred (spolja) je smešten pogonski motor, ispod njega je kućište (23), a unutar kućišta je hidraulična pumpa sa filterom, kao i hidraulični ventili koji obezbeđuju kontrolu funkcionisanja mosne hidraulične prese.

Iznad rama nalazi se „Most“ (8), a njegovo kretanje u vertikalnom pravcu upravljano je pomoću hidrauličnih cilindara (6). Pokretanje mosta u horizontalnom pravcu, tj. unutar konstrukcije mosta, upravljano je pomoću priključenog električnog stop motora (na mostu). Stop motor pomoću lančanog prenosnika na zupčanike i zupčastu letvu prenosi kretanja u željenom smeru.

NAPOMENA:

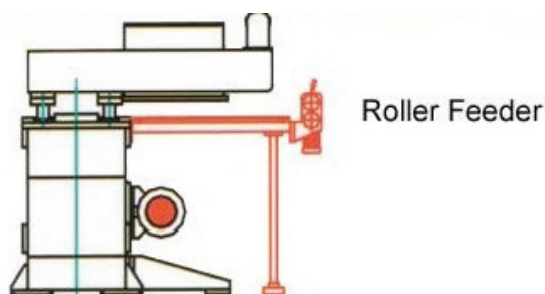
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Filip Kulić, vanr. prof.

Za kontrolu stop motora je na jednoj šini montiran sigurnosni graničnik, kao i četiri prekidača (ograničenja) koji služe za definisanje momenta (zaleta) u dva nivoa ubrzanja pokrenutog mosta – takođe postoje dva nivoa usporavanja kod isključivanja. Pogonski – stop motor radi sa dve brzine obrtanja (56 i 278 obrtaja/min). Na prednjem panelu mašine nalaze se dva ručna točka (14/15). Njihova funkcija je da definišu maksimalno i minimalno ograničenje, tj. visinu podizanja i spuštanja mosta. Mašina ima jedan centralni uljani sistem, u zatvorenoj izvedbi.



Slika 1. Skica mosne hidraulične prese

Na prednjem delu rama, na oba kraja stola (18), nalazi se po jedna fotočelijska jedinica sa optokaplerima (fototranzistorima).. Na zadnjem delu mašine nalazi se odmotič-ulagač materijala (Slika 2.).



Slika 2. Prikaz odmotiča-ulagača materijala

2. AUTOMATIZACIJA MOSNE HIDRAULIČNE PRESE

Za kreiranje programa i simulaciju sekvencijalnog sistema kontrole za automatizaciju mosne hidraulične prese potreban je uređaj za programiranje, odnosno personalni računar sa instaliranim sledećim softverom:

- STEP 7 standardni paket,
- S7-GRAPH opcioni paket i

- Programabilni logički kontroler (PLC) ili *PLC Simulation S7* opcioni paket.

Korišćenjem softvera *STEP 7*, moguće je napraviti *S7* program unutar projekta. *S7* programabilni kontroler se sastoji od jedinice za napajanje, centralne upravljačke jedinice (CPU), i ulaznih i izlaznih modula (I/O moduli). Programabilni logički kontroler nadgleda i upravlja mašinom uz pomoć *S7* programa.

SIMATIC Manager je centralni prozor koji postaje aktivan kada se *STEP 7* pokrene i iz koga se kreira *Step 7* projekat. Projekat se koristi za skladištenje i aranžiranje svih podataka i programa u hijerarhiji [1].

Programski jezik *S7-Graph* unapređuje funkcionalnost *STEP 7* softvera sa grafičkim interfejsom za sekvencijalno upravljanje. On omogućava brzo i jasno programiranje sekvencijalnih operacija kojima se upravlja uz pomoć *SIMATIC PLC*-a. Proces je ovde podeljen u pojedinačne korake koji pružaju jasan pogled na funkcionalnost. Akcije koje treba da se izvrše definisane su u tim koracima, a tanzicije kontrolišu prelaze između koraka, tj. definišu uslove koji moraju biti zadovoljeni da bi se prešlo na izvršavanje sledećeg koraka [2].

U *S7-PLCSIM*-u moguće je izvršiti i testirati *STEP 7* program u simuliranom PLC-u. Simulacija se izvršava na uređaju za programiranje ili personalnom računaru. Kako je simulacija kompletno implementirana u *STEP 7* softveru, nikakav *S7* hardver, CPU niti senzori nisu potrebni da bi se simulacija i testiranje izvršilo. *S7-PLCSIM* je moguće koristiti za simulaciju *STEP 7* programa koji su razvijeni za *S7-300*, *S7-400* i *WinAC* kontrolere uz pomoć jednostavnog grafičkog interfejsa za praćenje i modifikaciju različitih objekata, kao što su ulazne i izlazne promenljive, a simulirani PLC je moguće skenirati u jednom ciklusu rada ili kontinualno, kao i u različitim načinima rada [3].

3. OSNOVNI ELEMENTI NADZORNO UPRAVLJAČKOG SISTEMA

Osnovni elementi koji se koriste u praktičnim rešenjima nadzorno upravljačkih sistema i komunikacija u postrojenjima procesne industrije su programabilni logički kontroleri i SCADA, oni čine nerazdvojnu celinu u automatizaciji postrojenja procesne industrije. Da bi mogli sagledati komunikacije u ovom sistemu potrebno je da sagledamo elemente ovog sistema, tako da naredna poglavlja predstavljaju pregled osnovnih elemenata potrebnih za njihovu praktičnu realizaciju.

3.1. Programabilni logički kontroleri

Programabilni logički kontroler je digitalni računar koji se koristi za automatizaciju industrijskih procesa, za kontrolu pojedinačnih mašina ili kompletnih proizvodnih procesa [4]. Ukratko, može se reći da je to industrijski računar koji na osnovu informacija sa senzora i uz pomoć upravljačkog programa, određuje koji će se izvršni organi i u kom trenutku aktivirati, odnosno deaktivirati. Za razliku od računara za opštu upotrebu, PLC je projektovan za veći broj ulazno-izlaznih periferija, isto tako obezbeđuje bolju otpornost na električne smetnje koje se javljaju, kao i otpornost na vibracije i povećani temperaturni opseg.

Princip rada programabilnog logičkog kontrolera zasniva se na ciklusima skeniranja. Ciklus se sastoji od učitavanja vrednosti ulaza, izvršenja programa i ažuriranja izlaza. Pod učitavanjem ulaza se podrazumeva prikupljanje vrednosti digitalnih, analognih ulaza i distribuiranih periferija i njihovo smeštanje na odgovarajuće memorijske lokacije. Zatim se izvršava korisnički program i na osnovu algoritma zahteva upravljanja i prikupljenih ulaznih podataka kreiraju se vrednosti izlaza i smeštaju se na odgovarajuće memorijske lokacije. Po završetku izvršavanja programa vrednosti izlaza u memorijskim lokacijama postaju aktivne vrednosti izlaza [4].

4. TEHNOLOŠKI ZADATAK I PRIPREMA ZA REALIZACIJU SISTEMA

Cilj je isprogramirati sistem sekvencijalne kontrole da bi se automatizovao rad mosne hidraulične prese.

Mašina se sastoji od sledećih elemenata:

➤ Pokretnog „mosta“ koji se pokreće napred pomoću stop motora, spušta-odseca deo, podiže pomoću hidrauličnih klipova i vraća u prvobitni položaj ponovo uz pomoć stop motora. Na letvi pored mosta su postavljeni senzori za detekciju položaja mosta i to:

- Na početnom položaju mosta za detekciju početnog položaja
- Na odstojanju od 100mm za detekciju položaja mosta
- Na 350mm za detekciju mosta
- Na krajnjem položaju, tj. 495mm za detekciju krajnjeg položaja mosta.

➤ Sistem hidrauličnih klipova za pokretanje mosta u vertikalnom položaju, tj. dole-odsecanje, gore-vraćanje. Takođe postoje senzori položaja mosta u vertikalnom pravcu i to:

- Za maksimalan položaj mosta gore
- Za minimalan položaj mosta dole
- Za normalni gornji položaj hidrauličnih klipova.

➤ Sistem za ulaganje materijala sa senzorom za dužinu ili pomeraj materijala

➤ Sistem optičke zavese

➤ Glavni prekidač za uključivanje mašine

➤ Taster za pokretanje mašine

➤ Sistem zadavanja pomeraja i broja ciklusa, tj. broja odsečenih komada

➤ Taster za normalan završetak rada

➤ Prekidač za prinudno zaustavljanje (sigurnosni)

➤ Glavni motor koji pokreće hidrauličnu pumpu sa informacijom o postignutom normalnom broju obrtaja.

Pomeraj materijala definiše se prilikom isecanja za svaki novi alat koji je namontiran na mosnu hidrauličnu presu, a na isti način se definiše i broj željenih komada koji se isecaju.

4.1. Početno stanje mašine

Početno stanje mašine definisano je na sledeći način:

- Glavni prekidač i prekidač za prinudno zaustavljanje mašine su otvoreni
- Taster za pokretanje hidraulične pumpe nije pritisnut, kao ni taster za započinjanje ciklusa ili prekida rada
- Na radnom stolu mašine nema materijala za isecanje
- Pokretni most se nalazi u početnom položaju, tj. daleko od radnog stola
- Materijal je uložen u odmotač-upuštač
- Motor upuštača je zaustavljen, komande nisu u funkciji
- Svetlosna zavesa je isključena
- Svi parametri koji se zadaju su na nuli.

4.2. Jedan ciklus rada mašine

- Radnik ulaže materijal u odmotač
- Uključuje glavni prekidač na mašini
- Pokreće motor hidraulične pumpe, nakon čijeg zaleta ako su svi sistemi radni i sigurnosno ispravni, mašina je spremna za rad
- Radnik na osnovu alata koji koristi za isecanje unosi pomeraj materijala na radnom stolu, kao i broj komada koji se iseca
- Pritiska taster za pokretanje ciklusa isecanja
- Most iz zadnjeg položaja, gonjen stop motorom, dolazi iznad radnog stola
- Kada je most ukočen, hidraulični klipovi povlače most ka radnom stolu i vrši se isecanje
- Po završenom isecanju most se pomoću hidrauličnih klipova vraća u gornji položaj
- Nakon toga stop motor u suprotnom smeru vraća most u zadnji položaj, tj. početnu poziciju
- Odmotač-ulagač povlači materijal za zadata dužinu i ulaže ga na radni sto
- Nakon ove operacije započinje novi ciklus koji se ponavlja onoliko puta koliko je radnik zadao prilikom inicijalnog podešavanja parametara
- Nakon ovoga radnik može da prekine rad mašine ili da nastavi sa ispunjenjem naloga
- Da bi se završio rad na mašini potrebno je pritisnuti taster za zaustavljanje mašine
- Isključuje se glavni prekidač, čime se mašina odvaja od mreže.

Pored toga, na mašini je instalirana svetlosna zavesa koja služi za zaštitu radnika. Njen princip rada se zasniva na tome da ukoliko dođe do njenog narušavanja, odmah se prekida operacija koja je u toku i most se vraća u

prvobitni položaj. Ispravnost i funkcionisanje svetlosne zavesa je vrlo bitno sa strane bezbednosti na radu. Ukoliko pri inicijalnoj proverbi mašine svetlosna zavesa ne radi, cela mašina ostaje van pogona.

5. REALIZACIJA SISTEMA

Sam sistem je realizovan „ladder dijagramom” u kojem se primenjuje uopšteni način pisanja, gde je svaka sekvenca razdvojena od drugih sekvenci. Sekvence određuju redosled izvođenja logičkih funkcija, a u okviru jedne sekvence se one ne menjaju, menjaju se praktično samo na početku sekvence. Pošto sekvence slede jedna za drugom ili se eventualno vrši razgranjavanje između različitih nizova sekvenci, uopšteni način pisanja se zasniva na činjenici:

ako se nalazimo u n-toj sekvenci iz nje prelazimo u n+1 sekvencu po postizanju n+1 uslova, pri čemu inicijalizujemo n+1 sekvencu a gasimo n-tu sekvencu.

Generalno sekvenciranje se izvodi na osnovu protoka vremena ili ispunjenosti određenih uslova. Uočava se da se svaka promena sekvence definiše sa rečenicom (iskazom) oblika:

ako prethodna sekvenca i (uslov) tada SET (init) sledeća sekvenca i RESET (kraj) prethodna sekvenca

što je i primenjeno u ovom projektu.

Dijagram toka prelaza iz jednog u drugo sekvencijalno stanje, na osnovu koga je izvršeno programiranje PLC kontrolera, prikazan je na Slici 5.2. Primetimo da sekvence slede jedna iza druge i da se nakon zadnje sekvence vrši povratak na sekvencu br.2, pošto se radi o automatu sa ponavljanjem. U slučaju automata bez ponavljanja povratak bi se vršio na početnu sekvencu.

Sekvencijalni deo izveden je primenom programskog reda navedenog ranije, koji je modifikovan jedino u slučaju sekvence br. 2, jer se skok na nju može desiti u bilo kom trenutku, odnosno iz bilo koje sekvence a ne samo iz zadnje u nizu. Svaki skok je definisan ispunjenjošću uslova fotočelije.

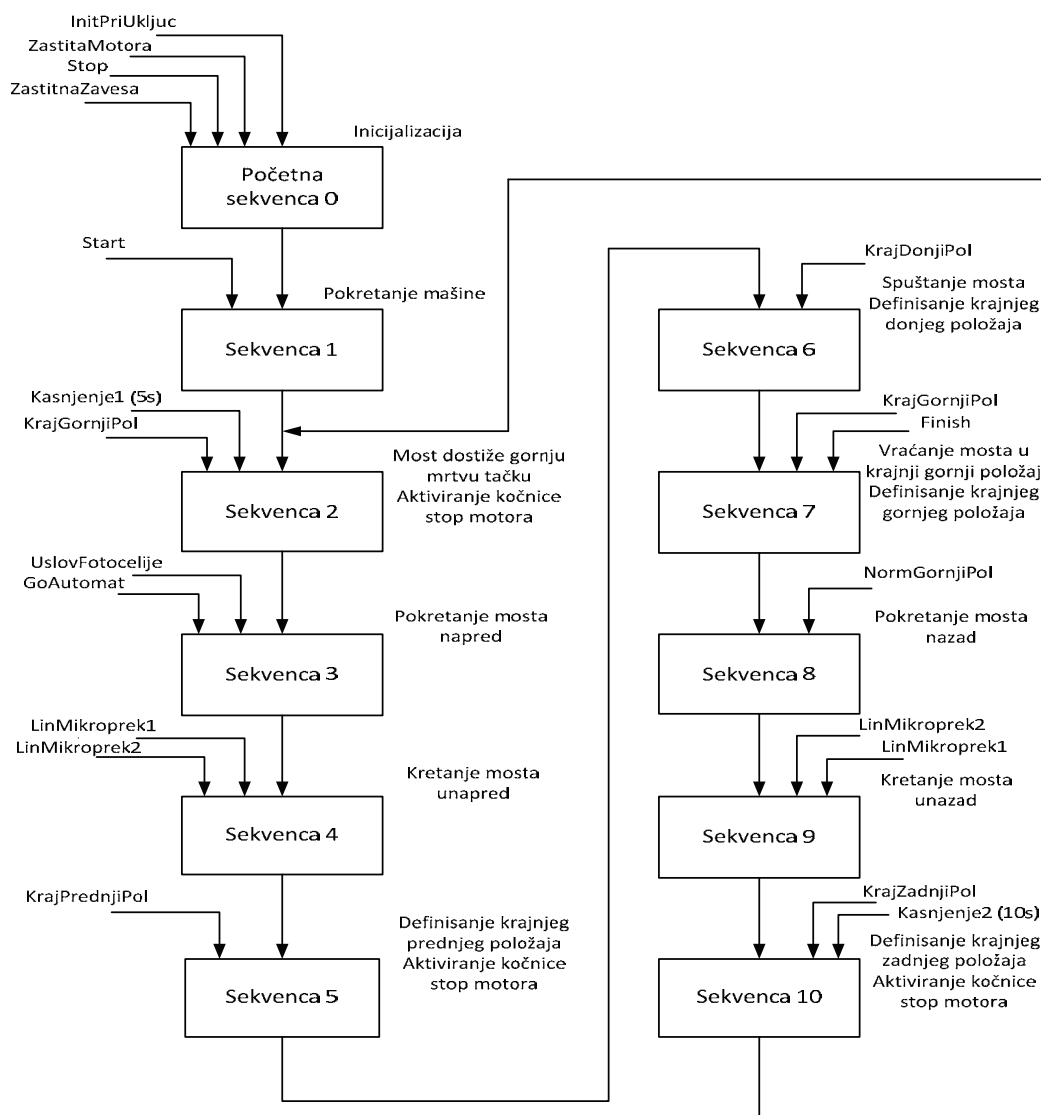
Na osnovu projekta utvrđujemo da upravljanje ima petnaest ulaza i osam izlaza. Da bi se razgraničile pojedinačne sekvence programa, svaka se pamti u posebnoj memorijskoj lokaciji kao logički signal.

Sekvencijalni deo izveden je primenom programskog reda navedenog ranije, koji je modifikovan jedino u slučaju sekvence br. 2, jer se skok na nju može desiti u bilo kom trenutku, odnosno iz bilo koje sekvence a ne samo iz zadnje u nizu. Svaki skok je definisan ispunjenjošću uslova fotočelije.

6. ZAKLJUČAK

Automatsko upravljanje jednom mašinom u proizvodnji ima višestruki značaj. Pre svega zbog povećanja pouzdanosti upravljanja, eliminisanjem mogućnosti pojave ljudske greške. Zatim, tu je i ekonomski značaj automatizacije koji se ogleda u smanjenju utroška vremena i radne snage.

Konkretno, kod mosne hidraulične prese, eliminisana je mogućnost zastoja mašine između pojedinih operacija jednog ciklusa obrade.



Slika 5.2. Dijagram toka sekvencijalnih stanja

Jednom pokrenut ciklus obrade, automatski će izvršiti sve operacije bez zastoja. Zastoj je itekako bio prisutan prilikom ručnog upravljanja, a pritom je dolazilo do nepotrebnog utroška energije i vremena. Nakon pokrenutog ciklusa obrade, radnik je slobodan da obavlja druge zadatke u fabrici, odnosno, u mogućnosti je da nadgleda više od jednog procesa, a time je postignuta ušteda u vidu radne snage. Mogućnost pojave ljudskih grešaka, nepoštovanje zadanog vremena obrade itd., u potpunosti je eliminisana.

Korišćenje SIMATIC STEP 7 softverskog paketa pokazalo se kao zadovoljavajuće rešenje problema automatizacije mosne hidraulične prese preko „ladder dijagrama“, a opcioni paket S7-GRAPH za projektovanje programa sekvencijalnog upravljanja. Upravo je opcioni paket S7-GRAPH i namenjen za probleme ovog tipa, a odlično se pokazao u simulaciji pri definisanju tehničkog zadatka.

7. LITERATURA

- [1] SIEMENS SIMATIC (2010). *Working with STEP 7, Getting started*. Software documentation manual.

- [2] SIEMENS SIMATIC (2004). *S7-GRAPH V5.3 for S7-300/400, Programming Sequential Control Systems*. Software documentation manual.
- [3] SIEMENS SIMATIC (2009). *Engineering Tools, S7-PLCSIM V5.4 incl. SP3*. Software documentation manual.
- [4] Jones, C. T. (2006). *Programmable Logic Controllers: The Complete Guide to the Technology*. Brilliant-Training.

Kratka biografija:



Dalibor Radulović rođen je u N. Kneževcu 1979. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatizacija mosne hidraulične prese odbranio je 2013. god.

**REALIZACIJA SISTEMA ZA DETEKCIJU KVAROVA ASINHRONIH MOTORA
SIGALOM VIBRACIJA UPOTREBOM SOFTVERSKOG PAKETA LABVIEW****BUILDING A VIRTUAL INSTRUMENT FOR INDUCTION MOTOR VIBRATION
MEASUREMENT AND DETECTION OF CERTAIN FAULTS USING LABVIEW**

Nandor Špaček, Zoran Jeličić, Željko Kanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen virtualni instrument za detekciju defekata ležaja, polomljenih šipki rotora, i detekciju ekscentriciteta rotora asinhronog motora. Detekcija se vrši na osnovu posmatranja frekventnog spektra prikupljenog signala vibracija i proračunom frekvencija kvarova.

Abstract – In this paper a virtual instrument for diagnosis of bearing defects, broken rotor bar defect and eccentricity of rotor is presented. By analyzing the vibration signal in frequency domain, and by using formulas for calculating defects it can be determined whether the defect has occurred.

Ključne reči: asinhroni motor, detekcija kvara, oštećenje ležajeva, lom šipke rotora, ekscentricitet rotora, virtualni instrument, LabVIEW, merenje vibracija

Key words: induction machine, fault detection, bearing defects, broken rotor bar, eccentricity of rotor, virtual instrument, LabVIEW, vibration measurement

1. UVOD

Asinhroni motori su složeni elektro-mehanički uređaji koji se najčešće koriste u industrijskim procesima pretvaranja električne energije u mehaničku energiju. Asinhroni motori su rasprostranjeni jer su robusni, lako se instaliraju, kontrolišu i prilagodljivi su za mnoge industrijske aplikacije, uključujući pumpe, ventilatore, kompresore, mašinske alate, miksera, transportne trake, kao i u mnogim drugim elektromotornim pogonima. Pored toga asinhroni motori su veoma pouzdani, jednostavni za održavanje i imaju relativno visoku efikasnost.

1.1 Kvarovi asinhronih motora

U opštem smislu, kvar je bilo koja promena u sistemu koja sprečava rad na propisan način. Istraživanja kvarova indukcionih motora su pronašla najčešće mehanizme kvarova kod indukcionih motora.

Oni su kategorizovani prema glavnim komponentama mašine: kvarovi povezani sa statorom, kvarovi povezani sa rotorom, kvarovi povezani sa ležajevima i drugi kvarovi.

Većina električnih mašina upotrebljava kuglične ili valjkaste ležajeve i oni su najčešći uzrok kvara (oko 40%).

Kvar na unutrašnjoj stazi, spoljašnjoj stazi ili kotrljajućem elementu će proizvesti jedinstvene frekvencijske kom-

ponente u merenim vibracijama mašine i drugim senzorskim signalima.

Skoro 38% svih prijavljenih kvarova indukcionih motora spada u kategoriju kvarova statora. Kvarovi statorskih namotaja često su posledica oštećenja izolacije između dva susedna navojka u kalemu. Ova vrsta kvarova naziva se međunavojni spoj ili kratkospojni navoj. Rezultanta indukovanih struja proizvodi dodatno grejanje i uzrokuje neravnotežu u magnetnom polju mašine.

Kvarovi rotora čine oko 10% ukupnog broja kvarova asinhronog motora. Očekivano otkazivanje mehanizma predstavlja lom ili pucanje rotorskih šipki na mestima spajanja sa prstenovima do kog dolazi zbog termičkog ili mehaničkog kruženja tokom rada rotora.

Ostali kvarovi, kao što je *ekscentricitet*, nastaju kada rotor nije centriran sa statorom, proizvede neravnomeran vazdušni zazor između njih. Ovo može biti izazvano defektnim ležajem ili greškama tokom proizvodnje. Neravnomeran vazdušni zazor remeti rasprostiranje elektromagnetnog polja u motoru koje stvara ekvivalentnu magnetopobudnu silu u rotoru ispred najmanjeg vazdušnog zazora. Ovakva neuravnotežena magnetopobudna sila može da izazove mehaničke vibracije.

1.2 Tehnike praćenja stanja

Indukciona mašina je veoma simetrična, prisustvo bilo kojeg kvara utiče na njenu simetriju. To dovodi do promene u interakciji fluksa između statora i rotora, rezultuje promenama struje statora, napona, magnetnom polju i vibracijama mašine. Dakle, ovi signali se mogu koristiti za *on-line* praćenje stanja.

Praćenje vibracija široko se koristi za detekciju mehaničkih kvarova kao što su frekvencije ležajeva ili mehanička neravnoteža.

Slabljenje aksijalne (podužne) komponente magnetnog fluksa u asinhronoj mašini može se izmeriti korišćenjem pokretnog kalema koji se postavlja na ventilatorsku stranu mašine (suprotno od pogonske strane) u centru poklopca.

Napon statora može se meriti korišćenjem visokofrekventnog razdelnika napona ili izolovanim pojačavačem. To je korisno za izračunavanje trenutne snage, trenutnog obrtnog momenta i negativne komponente impedanse.

Ostale tehnike, kao što su *praćenje signala temperaturnih senzora sa ležaja i namotaja statora*, tradicionalno se koriste za praćenje stanja mašine. One pružaju korisne naznake pregrevanja mašine ali nude ograničene dijagnostičke mogućnosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Jeličić, red. prof.

U ovom radu obrađuje se tehnika detekcije kvarova bazirana na analizi vibracija.

1.3 Značaj detekcije kvara kod asinhronih motora

Dijagnostika je pravovremeno ili periodično određivanje stanja nekog motora s ciljem procene pouzdanosti daljeg pogona, uključujući i predlaganje načina servisiranja. Uloga dijagnostike jeste otkrivanje kvarova motora ili pojedinih njegovih delova u najranijoj mogućoj fazi. Praćenjem stanja motora olakšava se planiranje održavanja i popravki, čime se vreme zastoja pogona nastalo zbog zamene ili popravki motora minimizuje. U slučajevima kada se nadzor kvalitetno sprovodi, izbegnuta su mnoga nepotrebna zaustavljanja pogona. Vreme potrebno za servis donosi velike novčane gubitke. Treba razumeti da je mnogo jeftinije zameniti jedan motor nego isključiti ceo pogon koji od njega direktno zavisi. Redovno održavanje pogona i dijagnostika stanja omogućava preventivno reagovanje i sprečavaju se zastoji. Osnovni razlog uvođenja dijagnostike stanja je podizanje efikasnosti i pouzdanosti pogona na viši nivo radi ostvarivanja veće finansijske dobiti.

2. ANALIZA SIGNALA VIBRACIJA KAO TEHNIKA DETEKCIJE KVAROVA

Vibracije su prvi znak upozorenja da je mašina sklona kvarovima. Praćenje ovog podatka uz pomoć merno-akvizicionog sistema za analizu vibracija pomaže u predviđanju kvara u ranoj fazi, i na osnovu predviđenog kvara može se isplanirati raspored odgovarajućeg održavanja. Izmereni signal vibracija sadrži informacije o stanju motora i nju je daljom obradom moguće rekonstruisati. Snimljeni signal najčešće se posmatra u frekvencijskom domenu. Važno je uzeti u obzir da svaki pojedinačni motor ima vlastiti karakteristični spektar vibracija. Najčešći uzroci povećanih vibracija rotacionih električnih mašina su: neuravnoteženost rotora, oštećenje ležaja, pogrešna montaža i pričvršćivanje, oštećenje postolja i delova za pričvršćivanje, lokalna rezonancija konstrukcijskih delova, slučajno dodirivanje rotirajućih i delova koji miruju, električne i magnetske nesimetrije.

2.1 Defekti ležaja

Karakteristične frekvencije za oštećene ležajeve se računaju po sledećim formulama:

$$BSFI = \frac{N_b}{2} \left(1 + \frac{B_d}{P_d} \cos \theta \right) \times \text{RPM} \quad (2.1)$$

$$BSFO = \frac{N_b}{2} \left(1 - \frac{B_d}{P_d} \cos \theta \right) \times \text{RPM} \quad (2.2)$$

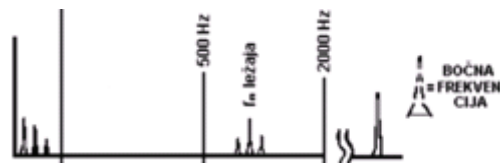
$$BSF = \frac{P_d}{2B_d} \left[1 - \left(\frac{B_d}{P_d} \right)^2 \right] \times \text{RPM} \quad (2.3)$$

$$FTF = \left(1 - \frac{B_d}{P_d} \cos \theta \right) \times \text{RPM} \quad (2.4)$$

U prethodnim jednačinama BSFI označava karakterističnu frekvenciju unutrašnje staze ležaja (*ball pass frequency inner race*), BSFO je karakteristična frekvencija spoljašnje staze ležaja (*ball pass frequency outer race*), BSF je frekvencija rotacije kotrljajućeg elementa (*ball spin frequency*), FTF karakteristična frekvencija kaveza (*fundamental train frequency*), N_b označava broj kotrljajućih elemenata, B_d prečnik kotrljajućih elemenata, P_d

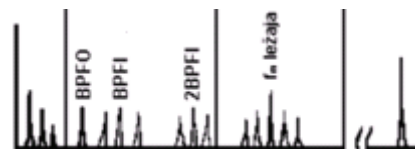
srednji prečnik ležaja, θ kontanta, f_n sopstvena frekvencija komponente ugrađenog ležaja.

Prilikom pojave manjih defekata u ležaju, simetrično oko pika sopstvene frekvencije, javljaju se bočne frekvencije koje se uglavnom pojavljuju u opsegu 500 Hz - 2.000 Hz, prikazane na slici 1.



Sl.1. Pojava bočnih frekvencija oko sopstvene frekvencije

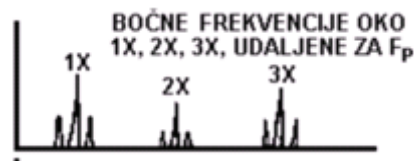
Kada počinju da se javljaju frekvencije oštećenja ležajeva i njihovi harmonici, karakterišu narednu fazu otkaza kotrljajućih ležajeva, prikazanu na slici 2. Kad habanje uznapreduje, javlja se više harmonika frekvencija oštećenja a broj bočnih frekvencija raste i oko frekvencija oštećenja i oko sopstvenih frekvencija ležaja. Habanje je sada obično vidljivo i može se proširiti po periferiji ležaja, naročito kod dobro formiranih bočnih frekvencija koje prate harmonike oštećenja ležajeva. U ovoj fazi je neophodno zameniti ležaj.



Sl. 2. Pojava frekvencija oštećenja ležajeva i njihovih harmonika

2.2 Oštećene šipke rotora

Slomljene ili napukle šipke rotora spadaju u električne probleme. Loši spojevi između štapova i prstenova stvaraju velike vibracije prvog harmonika sa bočnim frekvencijama udaljenim za vrednost frekvencije prolazaka polova (F_p). Napukli štapovi rotora često stvaraju bočne frekvencije F_p oko trećeg, četvrtog i petog harmonika osnovne frekvencije. Karakteristična obeležja u spektru za polomljenu šipku rotora prikazana su na slici 3.



Sl.3. Karakteristična obeležja u spektru za polomljenu šipku rotora

Frekvencije vezane za slomljenu šipku rotora su:

$$F_{\text{slomljene šipke rotora}} = f_r \pm F_{\text{pole}} \quad (2.5)$$

$$F_{\text{pole}} = P \times F_{\text{slip}} \quad (2.6)$$

$$F_{\text{synch}} = 2 \times F_{\text{line}} / P \quad (2.7)$$

$$F_{\text{slip}} = F_{\text{synch}} - \text{rotor RPM} \quad (2.8)$$

U prethodnim jednačinama f_r označava frekvenciju rotacije motora, F_{pole} frekvenciju prolazaka polova (*Pole pass frequency*), F_{slip} frekvenciju klizanja, F_{synch} sinhro-

nu električnu brzinu, F_{line} frekvenciju električne mreže, $2F_{line}$ frekvenciju pulsa obrtno sile, i P označava broj polova na motoru.

2.3 Ekscentričan rotor

Ekscentrični rotori stvaraju rotirajući promenljivi vazdušni zazor između rotora i statora, koji indukuje pulsirajuće vibracije, obično između dvostruke frekvencije struje (100 Hz) i najbližeg harmonika radne brzine. Često zahteva veliku rezoluciju spektra radi razdvajanja amplitude na 100 Hz i harmonika osnovne frekvencije. Ekscentrični rotori stvaraju amplitudu na 100 Hz okruženu bočnim frekvencijama udaljenim za vrednost frekvencije prolazaka polova (F_p), kao i bočne frekvencije F_p oko radne brzine. Sama frekvencija prolazaka polova javlja se na niskoj frekvenciji, uobičajne vrednosti su od 0.3 Hz do 2.0 Hz. Karakteristični spektar ekscentričnog rotora prikazan je na slici 4.

$$f_{ecc} = 2F_{line} \pm F_{pole} \quad (2.9)$$



Sl.4. Spektar za ekscentričnog rotora

3. OPIS SISTEMA

Prikupljanje vibracija vrši se sa dva piezoelektrična senzora koja su priključena na prva dva kanala akvizicione kartice NI 9234. Virtualni instrument je programiran korišćenjem LabVIEW softverskog paketa.

3.1 Hardverski opis sistema

Piezoelektrični pretvarači načinjeni su od piezoelektričnih materijala koji imaju osobinu da generišu električni potencijal kada su izloženi delovanju mehaničkog napreznja duž mehaničke ose kristala. Kada su izloženi delovanju mehaničke sile piezoelektrični materijali stvaraju naelektrisanje.

Akcelometri koji imaju integrisan pojačavač lakše se upotrebljavaju za tipična merenja. Ovi senzori su poznati kao integrisani elektronski piezoelektrični senzori (IEPE - *Integral Electronic PiezoElectric*). Elektronika za kondicioniranje stanja signala u IEPE sensorima konvertuje visokoimpedansni signal naelektrisanja generisan mernim elementom u upotrebljiv naponski signal niske impedanse.

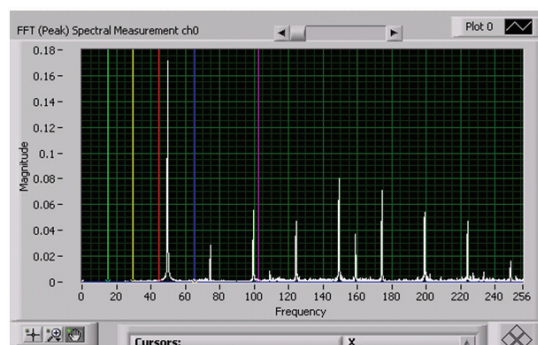
NI 9234 je četvorokanalni merni modul koji služi za dinamičku akviziciju integrisanih elektronskih piezoelektrika. Njegove karakteristike su: 102 dB dinamičkog opsega, obuhvata softverski izbor AC/DC uparivanja, IEPE praćenje stanja signala za akcelometre i mikrofone, mogućnost da četiri kanala istovremeno digitalizuju signale sa brzinom uzorkovanja do 51.2 kHz po kanalu, ugrađen antialiasing filter koji automatski podešava brzinu odabiranja, ulazni opseg je ± 5 V,

rezolucija analogno digitalne konverzije 24 bita, struja pobude 2 mA.

3.2. Opis softverskog rešenja

Ovaj virtualni instrument omogućava izbor kontinualnog prikupljanja podataka ili prikupljanja sa konačnim brojem odbiraka. Na osnovu frekventnog spektara signala vibracija i izračunatih frekvencija za kvarove može se dijagnostikovati kvar. Moguće je snimiti rezultate merenja u dve vrste datoteka, u tekstualnu i LabVIEW *Measurement File* datoteku.

Mogu se pozvati već snimljeni fajlovi i vršiti obrada arhiviranih podataka merenja. Virtualni instrument računa brzinu i pomeraj na osnovu signala vibracija (koje je ubrzanje) i računa srednji kvadratni koren, peak to peak, peak za ubrzanje, brzinu i pomeraj. Takođe računa sumu u dužini od nekoliko odbiraka oko nekih frekvencija koje zadaje korisnik. Omogućen je izbor za prikaz jedne grupe kvarova u spektru, dve grupe ili svih kvarova. Slika 5 prikazuje spektar signala prvog kanala u kome su prisutne frekvencije defekata ležaja.



Sl.5. Frekvencijski spektar 1. kanala sa prikazom frekvencija defekata ležaja

Korisnički interfejs virtualnog instrumenta ima sledeće odeljke:

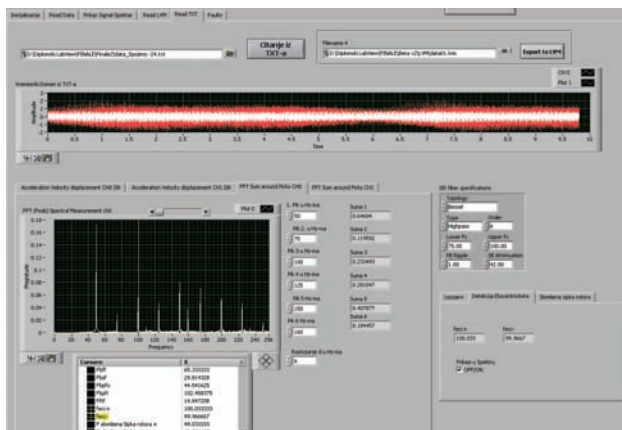
- Odeljak za inicijalizaciju, u kojem se podešavaju parametri uređaja,
- Odeljak za proračun karakterističnih frekvencija za kvarove,
- Odeljak za akviziciju i arhiviranje prikupljenih odbiraka,
- Odeljak za prikaz i obradu signala sa akvizicije,
- Odeljak za pozivanje snimljenih podataka merenja iz tekstualnog fajla i njihova obrada,
- Odeljak za pozivanje snimljenih podataka iz .lvm fajla i njihova obrada.

Na slici 6 prikazan je odeljak korisničkog interfejsa za obradu podataka merenja iz tekstualnog fajla. U ovom odeljku korisničkog interfejsa vrši se:

- prikaz signala vibracija sa oba kanala na jednom grafu (vremenski domen)
- prikaz signala vibracija u frekventnom domenu za svaki kanal pojedinačno, uz mogućnost

izbora prikaza određene grupe kvarova u spektru,

- prikaz ubrzanja, brzine, pomeraja i rms, peak, peak to peak za svaki,
- prikaz suma odbiraka oko nekoliko frekvencija koje zadaje korisnik.



Sl. 6. Čitanje snimljenog merenja iz .txt fajla

4. ZAKLJUČAK

Rad je predstavio jedno praktično rešenje sistema za detekciju kvarova kod asinhronog motora, koja se primenjuje radi pravovremene detekcije oštećenja na široko primenjenom asinhronom motoru, i samim tim novčane uštede. Kao pravac daljeg razvoja moguće je proširiti ovaj dijagnostički sistem na nekoj od metoda veštačke inteligencije (ekspertni sistem, neuronske mreže, neizrazita logika, GENETSKI algoritmi), i ugraditi ga kao standardnu komponentu elektromotornog pogona.

5. LITERATURA

- [1] Aderianao M. Da Silva, B.S., „INDUCTION MOTOR FAULT DIAGNOSTIC AND METHODS”, 2006.
- [2] Alan Miletić, „Dijagnostičke metode i kriteriji za ocjenu elektromehaničkog stanja asinkronog stroja”, 2002.
- [3] James L. Taylor, „The vibration analysis handbook”, 2002.
- [4] SKF, „Vibration Diagnostic Guide”, 2011.
- [5] SKF, „A Guide to the Interpretation of Vibration Frequency and Time Spectrums”, 2011.
- [6] <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/>

Kratka biografija:



Nandor Špaček rođen je u Zrenjaninu 1985. godine. Diplomski master rad odbranio na Fakultetu tehničkih nauka, 2013.god iz oblasti Sistema automatskog upravljanja.

PRIMENA OPC UA SERVERA ZA NADZOR PERFORMANSI RAČUNARSKIH SISTEMA**USING OPC UA SERVER FOR COMPUTERS SYSTEM PERFORMANCE CONTROL**

Marija Jaćimovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana primena OPC UA (OLE for Process Control Unified Architecture) specifikacije za prikaz performansi računarskih sistema. Realizovan je servis za nadzor performansi koji se nalazi u serveru, a predstavljen je interfejsima koji su deo OPC UA specifikacije. Performanse sistema su predstavljene brojačima performansi (Performance Counters) koje su deo Windows operativnog sistema. Brojači koje prati servis se konfigurišu u XML fajlu. Komunikacija između klijenta i servera je realizovana preko WCF (Windows Communication Foundation) tehnologije.

Abstract – This paper describes the application of OPC UA (OLE for Process Control Unified Architecture) specifications for display performance of computer systems. Service for performance monitoring is realized and located in server, and it is presented by interfaces that are part of OPC UA specification. System performance are represented with performance counters (Performance Counters) that are part of Windows operating system. Counters that monitor service are configured in an XML file. Communication between the client and the server is realized using WCF (Windows Communication Foundation) technology.

Ključne reči: OPC UA, WCF, brojači performanse

1. UVOD

Industrijski sistemi se sve više razvijaju, a sa njima i njihovi proizvodni procesi. Vremenom postaju sve zahtevniji, što dovodi do toga da raste broj veličina i informacija koje treba pratiti, čuvati, nadzirati i pomoću kojih treba upravljati procesima. Takođe, dešava se da se sistemi moraju prilagoditi novim tehnološkim promenama. Razvojem tehnologije, korisnici žele da se sistemi kontrolišu na velikim udaljenostima, putem interneta ili telefona.

Poželjno je i da se sve veći broj podataka prikuplja, da što duže ostaju sačuvani radi neophodnih informacija, i da mogu da ih prikažu na najraznovrsnije načine u određenom vremenskom intervalu. Industrijski sistem koji se nadzire čini oprema koja može biti proizvedena od strane raznih proizvođača. Prenos podataka se vrši putem različitih protokola, mreža, sigurnosnih sistema, a sve to dolazi do računara koji mogu biti sa različitim operativnim sistemima i podaci se mogu obrađivati putem najraznovrsnijih softvera.

NAPOMENA:

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

Sve ovo predstavlja problem, jer je svaki proizvođač razvijao svoje komunikacione protokole, što je onemogućavalo povezivanje komponenti i dovodilo do komplikovanog održavanja sistema. Standardizacija predstavlja rešenje za ovaj problem. OPC (OLE [Object Linking and Embedding] for Process Control) fondacija je izdala niz standarda koji rešavaju navedeni problem. OPC standardi predstavljaju jedan od najprihvaćenijih skupova standarda u industriji. Redosled nastanka specifikacija je [1]:

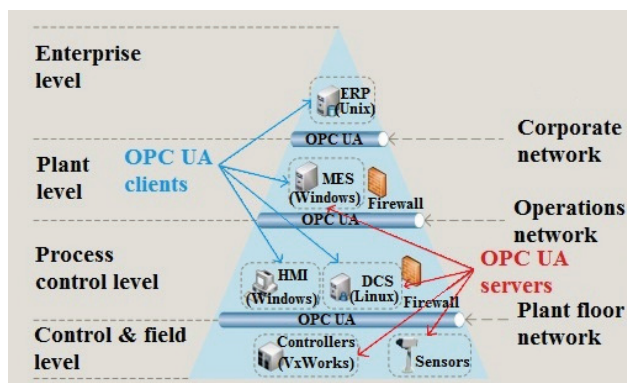
- OPC DA (OPC Data Access) - u kome je opisan pristup trenutnim vrednostima nadziranih veličina,
- OPC A&E (OPC Alarm & Events) - u kome je opisan pristup alarmima i događajima,
- OPC HDA (OPC Historical Data Access) - u kome je opisan pristup istorijskim vrednostima,
- OPC XML-DA (OPC XML Data Access) - u kome je opisan pristup trenutnim vrednostima koje se prenose u SOAP/XML formatu,
- OPC UA (OPC Unified Architecture) - u kome je opisan pristup trenutnim, istorijskim vrednostima, alarmima i događajima kroz objedinjeni model podataka.

Najnovija OPC UA specifikacija je donela mnoge prednosti u odnosu na prethodne specifikacije od kojih je najznačajniji objedinjeni model podataka, odnosno set standardnih objekata, metoda i interfejsa, koji se koriste za razmenu podataka u procesnoj automatici. OPC UA specifikacija je zasnovana na najnovijim arhitektonskim rešenjima (pre svega *Service Oriented Architecture* – SOA), te se može očekivati da će i ona doživeti uspeh [2]. U okviru ovog rada je realizovana ideja da se preko OPC servera prate performanse nadziranog računarskog sistema. Tu se performanse predstavljaju Windows programskim brojačima (*Performance Counters*) ugrađenim u operativni sistem. Vrednosti brojača se prikupljaju u serveru i putem OPC interfejsa su raspoložive klijentima. Pomenuti OPC UA server je realizovan u programskom jeziku C#, i on preko WCF komunikacije stupa u kontakt sa klijentima i omogućava im da prate stanje željenih brojača. Set objekata i interfejsa koji se koriste za razmenu podataka je definisan na osnovu OPC UA specifikacije, dok WCF definiše način prenosa poruka, odnosno vrstu komunikacije.

2. OPC UA SPECIFIKACIJA

OPC UA specifikacija predstavlja jednu otvorenu, objektno-orijentisanu arhitekturu. Nezavisna je od platforme preko koje sistemi i uređaji mogu da komuniciraju.

Komunikacija se odvija slanjem poruka između servera i klijenata, preko raznih vrsta mreža, što je prikazano na slici 1. Omogućena je sigurna komunikacija koja garantuje identitet servera i klijenata i odoleva napadima. Može biti mapirana na različite komunikacione protokole. Takođe, pruža veliki broj interfejsa koji nisu vezani za određenu računarsku platformu i omogućuje lako modelovanje kompleksnih sistema i proširivanje već postojećih sistema. Informacije se prenose standardnim tipovima podataka i onima koje je definisao korisnik. Podaci se mogu kodirati na različite načine u zavisnosti od potrebe korisnika, koju vrstu razmene, prenosivosti i efikasnosti želi. Serveri mogu obezbediti pristup trenutnim i istorijskim podacima, kao i alarmima i događajima koji obavestavaju klijenta o važnim promenama koje se dešavaju u sistemu. OPC UA obezbeđuje redundanciju servera što dovodi do povećane pouzdanosti sistema [3]. Objedinjuje prethodne modele specifikacija u jedinstveni, konzistentan, integrisani adresni prostor (*Address Space*) sa jedinstvenim setom servisa [4], što omogućava serveru da integriše podatke u svoj adresni prostor, koristeći skup servisa, obezbeđujući pristup i manipulaciju nad njima.



Slika 1. Upotreba OPC UA

OPC UA specifikacija podeljena je u trinaest delova, od kojih su za ovaj rad najvažniji 1. deo *Concepts* [4], 3. deo *Address Space Model* [5] i 4. deo *Service Draft* [6]. Oni predstavljaju način na koji je potrebno definisati serversku stranu, kao i način na koji se modeluju podaci i servisi koji su izvršeni nad njima.

Skup informacija koje OPC UA server stavlja na raspolaganje klijentima, putem interfejsa i metoda, naziva se adresnim prostorom (*Address Space*). Njegov sadržaj je predstavljen kao skup čvorova (*Node*) povezanih referencama, koje služe za opisivanje odnosa između čvorova. Svaki adresni prostor je nezavisan i predstavlja prostor sam za sebe.

Čvor predstavlja osnovnu i najvažniju komponentu u adresnom prostoru. Predstavlja stvarne objekte, od najjednostavnijih uređaja do veoma složenih sistema, kao i njihove definicije i reference. Osnovne karakteristike čvorova su opisane atributima definisanim u specifikaciji, koji mogu biti obavezni ili opcioni.

Osnovna klasa čvora (*Base Node Class*) definiše attribute zajedničke za sve čvorove, omogućavajući pri tom identifikaciju, klasifikaciju i imenovanje. Svaka klasa čvora nasleđuje ove attribute i pored njih može dodatno definisati svoje attribute. Svaka vrsta klase čvora ima

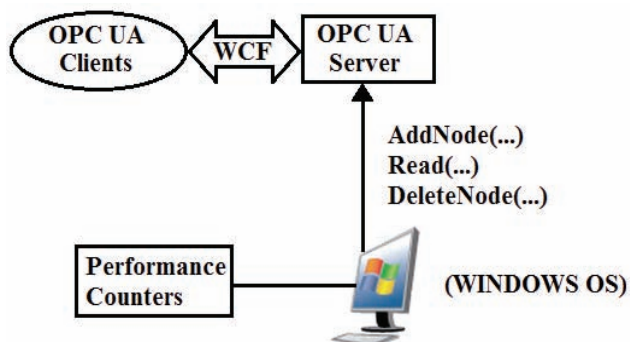
svoju posebnu namenu i one zajedno modeluju objekte u adresnom prostoru. Klase mogu predstavljati fizičke veličine, objekte iz stvarnog života, uređaje, softverske komponente, organizacione sisteme, čak i ceo industrijski sistem. Te klase su *Variable*, *Variable Type*, *Object*, *Object Type*, *Data Type*, *Reference Type*, *Method*, *View*. Za pristup čvorovima na serveru se koriste servisi koji su grupisani u *Service Set*-ove. Servisi koji vrše sličnu funkciju su grupisani u iste setove. Oni se bave kreiranjem adresnog prostora, načinom na koji klijenti mogu da vide sistem i da pristupaju podacima, kao i koje događaje mogu da prate, a da sve to bude sigurno i pouzdano. Za ovaj rad najbitniji je *Attribute Service Set* koji se koristi za pristupanje atributima koji su deo čvora ili očitavanje izmerene trenutne ili istorijske vrednosti. Delimično je obrađen i *NodeManagement Service set* koji služi za dodavanje i brisanje čvorova u adresnom prostoru.

Za nadzor performansi računarskih sistema koriste se objekti performanse koji su ugrađeni u operativni sistem. Svaki objekat performanse daje brojače performanse koji prezentuju podatke, tj. kriterijume o specifičnim aspektima sistema ili servisa. Brojači se koriste kad je potrebno praćenje trenutnih stanja određenih elemenata, kako hardverskih tako i softverskih (procesori, memorije, mreže, U/I...). Oni pružaju informacije o tome koliko dobro radi operativni sistem, aplikacija, dodatni uređaji, serveri ili drajveri. Mogu se koristiti za prikaz željene informacije. Postoji mogućnost da korisnik sam kreira svoj brojač, ukoliko želi da prati komponentu koja nije navedena među osnovnim, npr. dodatne fizičke jedinice. Za nadzor distribuiranog sistema je neophodna informacija o zauzetosti procesora, koliko se često vrše prekidi rada procesora od strane hardverskih komponenti, koliko vremena treba procesoru da opsluži korisničke aplikacije, koliko niti čeka opsluženje, kao i stanje memorije i brzina čitanja odnosno upisivanja podataka, itd. Pomoću ovih informacija možemo dobiti realno stanje sistema, i potom raditi na njegovoj optimizaciji i poboljšanju rada. Te informacije nam daju brojači performansi. Za njegovu konstrukciju moramo znati ime kategorije, samog brojača i njegove instance, kao i ime mašine sa koje se određeni brojač čita.

WCF (Windows Communication Foundation) tehnologija [7] je namenjena za projektovanje i primenu pouzdanih, sigurnih i interoperabilnih distribuiranih aplikacija u okviru servisno-orijentisane arhitekture. Korišćenjem WCF-a, servis postaje dostupan spoljnim pozivima različitih tehnologija. WCF Servis se sastoji od tri dela: servis klasa (*Service class*) koja implementira servis koji treba da se obezbedi, domaćinsko okruženje (*Host Environment*) koji će biti domaćin servisa, i jedna ili više krajnjih tačaka (*Endpoints*) na koje će se povezati klijenti i preko kojih se dešava sva komunikacija. One su sačinjene od tri dela: ugovora (*Contract*) koji definiše koje metode servis klase će biti dostupne preko krajnjih tačaka, adrese (*Address*) koja označava lokaciju servisa i modela povezivanja (*Binding*). Pomoću modela povezivanja specificira se transportni protokol, bezbednost, format kodiranja, pouzdanost i tok transakcija. Svaka krajnja tačka može koristiti drugačiji set metoda. Server i klijent mogu da komuniciraju ukoliko se dogovore po ovim stavkama. U većini slučajeva se definiše prvo ugovor, potom adresa i način povezivanja.

3. ARHITEKTURA REŠENJA

Ideja softverskog rešenja je da se kreira OPC UA server koji pruža usluge OPC UA klijentima, odnosno koji omogućuje čitanje brojača performansi. Klijent - server komunikacija se realizuje na taj način što postoji jedan server, a više klijenata. U okviru serverske aplikacije realizovane su metode koje klijentska aplikacija poziva radi očitavanja vrednosti i pregledanja različitih atributa čvorova (nodeId, name, value). Komunikacija između klijenta i servera se odvija pomoću Microsoft-ovog WCF servisa. Softversko rešenje realizovano je programskim jezikom C# u Microsoft.NET okruženju. Gruba predstava arhitekture programskog rešenja predstavljena je na slici 2.



Slika 2. Arhitektura rešenja

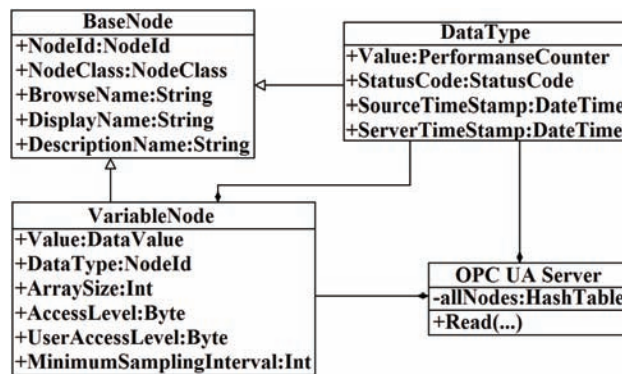
Sistem čine LAN-om povezana dva laptopa i desktop računar na koji je USB kablom povezan smart telefon. Vršiti se nadziranje performansi ovog sistema preko brojača, koje OPC UA sever očitava, i daje na raspolaganje klijentima na uvid. Telefon se vidi kao dva dodatna prenosiva diska (po jedan za internu i eksternu memoriju) i na taj način se brojači očitavaju kao i za standardne diskove. Za ostale uređaje, tj. laptopove i desktop računar, potrebno je navesti ime mašine prilikom kreiranja željenog brojača da bi se znalo odakle se očitavaju brojači. Bez toga server bi samo sa lokalne mašine očitavao brojače, jer su imena brojača na svakoj mašini ista. Primer konstrukcije brojača :

Objekat: *LogicalDisk*, Brojač: *%Free Space*, Instanca: *C*, Naziv mašine: *Laptop1*.

Brojači performanse se smeštaju u XML konfiguracioni fajl, i time dobijamo mogućnost izmene u budućnosti, ukoliko to bude bilo potrebno, na primer zbog izmene konfiguracije sistema ili otkaza nekih delova.

U ovom radu za konstruisanje adresnog prostora OPC UA servera korišćeni su Variable čvorovi. Oni daju mogućnost predstave vrednosti veličina brojača performansi. VariableNode je klasa direktno nasleđena iz osnovne klase BaseNode. Koristi za prezentovanje podataka koji mogu biti prosti ili složeni. Podaci mogu biti fizičke veličine (protok, pritisak, temperatura itd), konfiguracione vrednosti promenljivih ili željene vrednosti veličina. U klasi VariableNode nalazi se član Values u kome se čuvaju vrednosti brojača. Tip brojača se čuva u DataType klasi, koja se još sastoji od vrednosti (Value), vremenskih znački (TimeStamp) i status koda (StatusCode), koji vraća rezultat uspešnosti izvršenja operacije. Detaljan prikaz čvorova i način njihovog nasleđivanja kao i povezanost se

vidi na slici 3. Dodavanje čvorova u adresni prostor se vrši tako što se posle očitavanja XML fajla kreiraju Variable čvorovi i oni se smeštaju u HeshTable, gde nodeId čini ključ HeshTable. Da bi se manipuliralo čvorovima, neophodno je realizovati metode AddNode i DeleteNode iz NodeManagement servis seta. To se vrši samo sa serverske strane. Prilikom pokretanja programa, dodaju se čvorovi AddNode metodom. Kada se server ugasi, tada se pokreće metoda DeleteNode i na taj način se brišu svi čvorovi.



Slika 3. Dijagram klasa OPC UA servera

Brojačima performansi se pristupa preko ugrađene funkcije u C# PerformanceCounters i na taj način možemo pristupiti vrednostima veličina. Objekat ReadPerformanceCounter pomoću svoje metode ReadOneCounter očitava vrednost brojača.

Implementacija svih servisa koje OPC UA pruža je veoma komplikovana i obimna. U radu je obrađen Attribute servis set odnosno Read servis koji služi za čitanje jednog ili više atributa, jednog ili više čvorova.

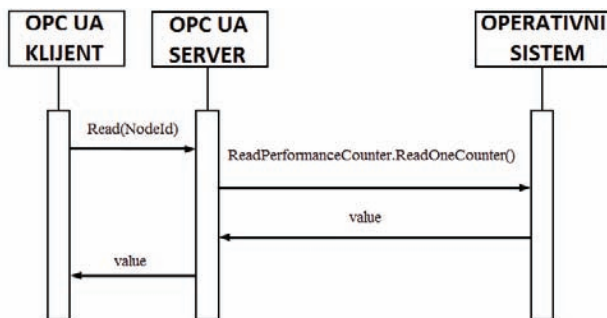
Ova metoda pristupa tabeli čvorova i pretražuje je po jedinstvenom identifikatoru čvora nodeId. Kao rezultat vraća najsvežiju vrednost čvora, koja se nalazi unutar maksimalnog dozvoljenog vremena (maxAge) koju je zadao klijent. Servis sadrži standardne parametre requestHeader i responseHeader koji omogućavaju ostvarenje komunikacije. Parametar timestampsToReturn je enumeracija koja serveru govori koje vremenske značke da vrati zajedno sa podacima (serverske, klijentske ili obe). Results je rezultat Read operacije koji se vraća kao matrica, tj. po jedna vrsta matrice za svaki čvor čiji je nodeId poslat u nodeToRead parametru. Atribut statusCode (niz od 32 bita) predstavlja rezultat uspešnosti izvršenja operacije. Način očitavanja željenog brojača prikazan je na slici 4. Izgled same funkcije dat je u nastavku.

```

void Read(RequestHeader requestHeader,
    Duration maxAge,
    TimestampsToReturn timestampsToReturn,
    NodeId[] nodeToRead,
    out ResponseHeader responseHeader,
    out BitArray[] statusCode,
    out DataValue[][] results);

```

Metodu Write nije moguće realizovati, jer ne postoji način upisivanja vrednosti u brojač, nego samo čitanja. Ova informacija zapisana je u svakom čvoru u atributima AccessLevel i UserAccessLevel, tako da ni klijent ni server nemaju mogućnost upisa nego samo očitavanja.



Slika 4. Dijagram povezanosti

Prilikom WCF komunikacije za povezivanje se koriste dva načina povezivanja BasicHttpBinding, koji predstavlja osnovni HTTP način komunikacije koji obezbeđuje maksimalnu interoperabilnost, kao i NetTcpBinding sigurna, pouzdana komunikacija, visokih performansi zasnovana na TCP protokolu i binarnim porukama.

Zbog toga što je omogućen istovremeni rad sa više klijenata vršiti se sinhronizacija, odnosno zaključavanje prilikom pristupanja podacima. Neće se narušiti njihova konzistentnost, ali postoji mogućnost da traženi podaci nisu još očitani.

Prilikom pokretanja programa vrši se očitavanje svih brojača, na svaku sekundu, na serverskoj strani. Za simulaciju sistema klijentska aplikacija se pokreće i otvara se forma na kojoj je dat prikaz svih brojača. Metodom View klijent sagleda koji su brojači na raspolaganju, ali nema mogućnost dodavanja željenih. Odabirom željenog brojača očitavaju se vrednosti tako što se pozivaju metode realizovne na serveru i pregledaju dobijeni rezultati. Klijent na osnovu željenih nodeId-jeva očitava vrednosti čvorova. Postoji i opcija da za željeni brojač dobijemo prikaz atributa kojeg hoćemo, odnosno specifikaciju njegovog imena, ili vrednost nodeId-a ili kratki opis, što je omogućeno metodom Read.

4. TESTIRANJE REŠENJA

U okviru testiranja rešenja očitavani su brojači performansi sa različitih uređaja koji su prikazani u tabeli 1. Očitavano je procesorsko vreme, broj prekida na koje je procesor odgovorio, zauzetost memorije, brzina čitanja i pisanja, kao i koliko niti u sistemu je spremno da bude obrađeno.

5. ZAKLJUČAK

U radu je razmatrana primenjivost OPC UA specifikacije za realizaciju servisa za nadzor performansi računarskog sistema. Rešenje se sastoji od serverske i klijentske aplikacije.

Međuprocena komunikacija ostvarena je uz pomoć WCF tehnologije. Smeštanjem brojača, koji reprezentuju performanse računarskog sistema, u konfiguracioni XML fajl, i u zavisnosti od potreba korisnika, omogućeno je da se ovo rešenje koristi i za druge slične sisteme. Time je pokazano da se, primenom OPC UA specifikacije, može razviti moderan nadzorno-upravljački sistem koji može da se prilagodi širokom spektru industrijskih primena. U radu je prikazan jedan deo onoga što OPC UA specifikacija pruža. Kombinovanjem raznih modela

podataka, zajedno sa servisima koji se izvršavaju nad njima i metodama, može se predstaviti svaki sistem. Na taj način, pruža se mogućnost korisnicima da prate ponašanje celog sistema od interesa, onako kako oni to žele, nezavisno od toga od kojih je komponenti sačinjen.

Tabela 1. Brojači performansi

Objekat	Brojač	Instanca	Naziv mašine
Processor	% Processor Time	_Total	PC
Processor	Interrupts/sec	_Total	Laptop 1
Processor	% User Time	_Total	Laptop 2
Memory	Available Bytes		PC
Memory	Pages/sec		Laptop 1
LogicalDisk	Disk Read Bytes/sec	1F:	PC
LogicalDisk	Disk Write Bytes/sec	1H:	PC
PhysicalDisk	Disk Read Bytes/sec	C:	Laptop 1
PhysicalDisk	Disk Write Bytes/sec	D:	Laptop 2
System	Processor Queue Length		Laptop 2

6. LITERATURA

- [1] Wolfgang Mahnke, Stefan-Helmut Leitner, Matthias Damm, „*OPC Unified Architecture*“, ABB Corporate Research Center, Germany, 2009.
- [2] T. Hannelius, „*Roadmap to adopting OPC UA*“, TheIEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN 2008) DCC, Daejeon, Korea, July 13-16, 2008.
- [3] Miriam Schleipen, „*OPC UA supporting the automated engineering of production monitoring and control systems*“, Fraunhofer Institute for Information and Data Processing, 2008.
- [4] OPC Foundation, „*OPC UA Specification: Part 1- Concepts*“, Version 1.0 July 2006.
- [5] OPC Foundation, „*OPC UA Specification: Part 3 - Address Space Model*“, Version 1.00, 2006.
- [6] OPC Foundation, „*OPC UA Specification: Part 4 - Service Drafts*“, Version 1.0 July 2006.
- [7] Justin Smith, „*Inside Windows Communication Foundation*“, Microsoft Press, 2007

Kratka biografija:



Marija Jaćimovski rođena je u Novom Kneževcu 1984. god. Diplomski-master rad, na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Distribuirani računarski sistemi, odbranila je 2013.god.

JEDNO REŠENJE UNIVERZALNE PLATFORME FIZIČKE ARHITEKTURE ZA VEKTORSKO UPRAVLJANJE ELEKTRIČNIM MOTORIMA BEZ SENZORA POZICIJE**ONE SOLUTION PHYSICAL ARCHITECTURE UNIVERSAL PLATFORM FOR THE VECTOR CONTROLLING OF ELECTRICAL MOTORS WITHOUT POSITION SENSOR**

Veljko Majstorović, Nebojša Pjevalica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Motori naizmjenične struje mogu biti:

Kratak sadržaj – Rad opisuje fizičku arhitekturu i osnovne tehnike Impulsno širinske modulacije za upravljanje elektromotorima. Osim toga opisan je celokupni sistem za kontrolu brzine elektromotora i načini zaštite od strujnog preopterećenja. Predstavljene su osnovne tehnike merenja napona i struje, kao i najčešće korišćeni strujni senzori. U radu je dat osvrt na trenutno najviše korišćene elektromotore tj. sinhronne motore sa permanentnim magnetima kao i njihove osnovne prednosti.

- sinhroni motori
- asinhroni (indukcioni) motori

Abstract – This work describes the physical architecture and the basic techniques of pulse width modulation for motor control. In addition, the entire system for controlling the speed of electric motor is described and ways to protect system from current overload. Also, the basic techniques of measuring voltage and current are presented, and the most commonly used current sensors. This work gives an overview of synchronous motors with permanent magnets, which are currently most used due to their main advantages.

Naizmjenični predstavljaju navažniji pogonski motor u industriji i drugim primenama u pogonima konstantne brzine. Osnovni uzroci tome su njihova sigurnost u pogonu, jednostavnost konstrukcije kao i pristupačna cena [1]. Razvojem energetske elektronike poslednjih decenija, pre svega invertora sa poluprovodničkim prekidačima: mosfetovima, tiristorima i snažnim tranzistorima, ovi motori jednostavne konstrukcije počinju da osvajaju i polja gde su dominirali motori za jednosmernu struju – pogone sa promenljivom brzinom.

Cljučne reči: Impulsno širinska modulacija, fizička arhitektura, PMSM

U radu je opisan princip upravljanja asinhronim i sinhronim motorom sa permanentnim magnetima, načini kontrole, zatim metode merenja napona i struje i dat je fizički izgled štampane ploče koja se koristi za pogonsko upravljanje motorom.

2. SINHRONI MOTORI SA PERMANENTNIM MAGNETIMA**1. UVOD**

Električne mašine koje vrše pretvaranje električne energije u mehanički rad nazivaju se elektromotorima. Mehanički rad se najčešće javlja u vidu obrtnog kretanja, mada se može pojaviti i u translatorskom obliku. Elektromotori imaju široku primenu u industriji, saobraćaju i domaćinstvima. U zavisnosti od oblasti primene koriste se različite vrste elektromotora. Na osnovnu struje koju koriste elektromotori se dele na motore jednosmerne (DC) i motore naizmjenične (AC) struje. Motori jednosmerne struje mogu se podeliti na:

Motori naizmjenične struje predstavljaju najviše korišćene vrste motora u savremenim aplikacijama. Poslednjih godina znatno se povećala upotreba sinhronih motora sa permanentnim magnetima na rotoru (PMSM). Razlog tome je masovna industrijalizacija proizvodnje kvalitetnih magnetskih materijala sa visokim energetske proizvodnje, odnosno maksimumom proizvoda između magnetnog polja i indukcije (materijali na bazi retkih zemalja). Upotrebom permanentnih magneta dobijaju se visoko efikasne mašine sa izuzetno velikom specifičnom snagom. Sinhroni motori sa permanentnim magnetima su jednostavne konstrukcije, a na osnovu položaja magneta na rotoru dele se na:

- jednosmerne motore sa četkicama
- jednosmerne motore bez četkica
- koračne (step) motore

- sinhronne motore sa površinskim permanentnim magnetima
- sinhronne motore sa unutrašnjim permanentnim magnetima

Dobra osobina motora jednosmerne struje pre svega je u tome što se s njim lako upravlja menjanjem napona napajanja. Primenjuje se u oblastima gde se zahtevaju precizna kretanja (npr. pomoćna kretanja alata na strugu). Osnovni nedostatak jeste problem komutacije.

Osnovne prednosti sinhronih motora sa permanentnim magnetima u odnosu na asinhronne motore su:

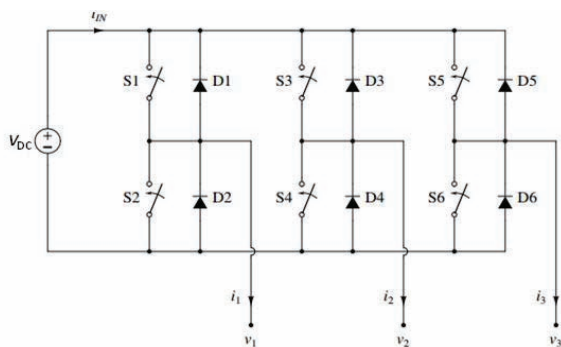
- bolji stepen iskorišćenja, jer nepostoje gubici na rotoru
- veći faktor snage
- manji moment inercije
- mehanički moment koji ne zavisi od inercije
- izvedba vektorskog upravljanja je znatno jednostavnija

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Pjevalica, docent.

3. NAČINI UPRAVLJANJA NAIZMENIČNIM MOTORIMA

Jedan od načina upravljanja AC motorima jeste korišćenje invertora. Invertori su sistemi energetske elektronike koji jednosmerni napon ili struju pretvaraju u naizmenični napon ili struju. Od invertora se zahteva da izlazni napon bude najčešće sinusoidalnog oblika. Sinusoidalni talasni oblik nije moguće bez disipacije stvoriti od napona ili struja konstantnih u vremenu, pa se zahtev za sinusoidalnim oblikom svodi na sinusoidalni oblik srednje vrednosti izlazne veličine tokom periode prekidanja. Stoga se usrednjavanje često koristi prilikom analize invertora, što na nivou periode prekidanja, što na nivou modulišućeg signala, koja je obično znatno veća od periode prekidanja, pa se usrednjavanje svodi na određivanje jednosmerne komponente [2]. Za upravljanje monofaznim naizmeničnim motorima koriste se mostni i polumostni naponski invertori, dok se za upravljanje trofaznim motorima koristi trofazni naponski inverter. Na slici 1 prikazan je trofazni inverter.



Slika 1. Trofazni inverter

Prekidači su realizovani preko unidirekcionih kontrolisanih prekidača i anti-paralelno vezanih zamajnih dioda. Kao prekidači uobičajeno se koriste poluprovodničke tranzistorske ili tiristorske komponente, IGBT, MOSFET-ovi, zavisno od snage i naponskog opsega samog pretvarača.

3.1 Sinusna Impulsno širinska modulacija

Kod ove tehnike modulacije, izlazni PWM signali se dobijaju poređenjem referentnog napona koji je sinusnog oblika i trougaonog nosioca [3]. Referentni signal predstavlja željeni oblik izlaznog napona i on se naziva modulišući jer od njegove amplitude i frekvencije zavisi oblik PWM signala. Trougaoni nasilac ima višestruko veću učestanost od modulišućeg signala i njegova učestanost praktično predstavlja prekidačku učestanost pretvarača.

3.2 Impulsno širinska modulacija upravljana prostornim vektorom

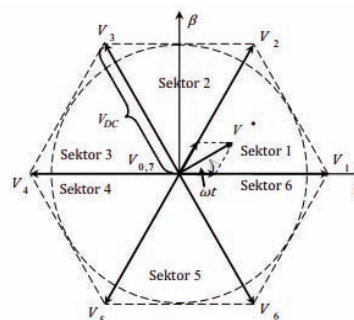
U svakoj periodi modulacije prostornim vektorom, željeni napon se aproksimira srednjom vrednošću tri naponska vektora, tj. sa tri stanja prekidača na invertoru [4]. Pri tome, dva vektora su susedni nenulti vektori najbliži referentnoj vrednosti, dok je treći vektor nulti. Redosled primene ovih stanja ima uticaja na strujni ripl, komuta-

cione gubitke i spektar izlaznih napona i struja. Diskretne vrednosti napona mogu se transformisati u stacionarni koordinatni sistem primenom realne transformacije raspredanja. Vrednosti napona u stacionarnom koordinatnom sistemu za sva moguća prekidačka stanja pretvarača prikazana su u Tabeli 1.

Tabela 1 - Diskretne vrednosti napona

Vektor	$\angle(V, \alpha)$	u_α	u_β	$ u_\alpha $	S_a	S_b	S_c
V_1	0	$\frac{2}{3}V_{DC}$	0	$\frac{2}{3}V_{DC}$	1	0	0
V_2	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{1}{3}V_{DC}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}V_{DC}$	$\frac{2}{3}V_{DC}$	1	1	0
V_3	$\frac{2\pi}{3}$	$-\frac{1}{3}V_{DC}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}V_{DC}$	$\frac{2}{3}V_{DC}$	0	1	0
V_4	π	$-\frac{2}{3}V_{DC}$	0	$\frac{2}{3}V_{DC}$	0	1	1
V_5	$\frac{4\pi}{3}$	$-\frac{1}{3}V_{DC}$	$-\frac{\sqrt{3}}{3}V_{DC}$	$\frac{2}{3}V_{DC}$	0	0	1
V_6	$\frac{5\pi}{3}$	$\frac{1}{3}V_{DC}$	$-\frac{\sqrt{3}}{3}V_{DC}$	$\frac{2}{3}V_{DC}$	1	0	1
V_7	-	0	0	0	1	1	1
V_0	-	0	0	0	0	0	0

Diskretne vrednosti napona u_α i u_β predstavljene su u $\alpha\beta$ koordinatnom sistemu formiraju šestougao sa centrom u koordinatnom početku. Na slici 2 prikazan je dijagram prostornih vektora.



Slika 2. Dijagram prostornih vektora napona

Nulti vektori V_0 i V_7 nalaze se u koordinatnom početku, a preostali nenulti vektori obrazuju šest sektora pri čemu

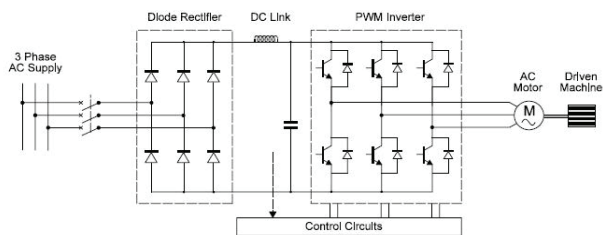
svaki zahvata ugao od $\pi/3$. Na slici je takođe prikazan i referentni vektor faznog napona statora V^* koji se može nalaziti u bilo kojem od šest sektora. Referentni napon V^* , generisan na ovakav način, ima proizvoljnu amplitudu i fazu, pa se stoga mora aproksimirati postojećim naponskim vektorima prikazanim u Tabeli 1. Radi smanjenja prekidačkih komutacija i što efikasnijeg iskorišćenja aktivnih vektora, sinteza referentnog vektora obavlja se posredstvom dva susedna nenulta vektora u datom sektoru i jednog ili oba nulta vektora.

4. KONTROLA UPRAVLJANJA MOTORIMA

Većina savremenih VSD (variable speed drivers) sistema za upravljanje AC motorima je modularne konstrukcije [5]. Sistem se sastoji iz sledećih modula:

- Ulazni DC ispravljač
- DC link
- PWM Invertor
- Kontrolni sistem

Na slici 3 prikazana je struktura sistema za upravljanje naizmeničnim trofaznim motorima.



Slika 3. Struktura sistema za upravljanje AC motorima

Tačnost kontrolnog sistema i njegov odziv na komandu određen je vrstom kontrolnog sistema koji se koristi. Vrste kontrole koje se koriste u kontrolnim sistemima su:

- Kontrola sa otvorenom petljom
- Kontrola sa zatvorenom petljom
- Kaskadna zatvorena petlja

Kontrola sa otvorenom petljom koristi se u sistemima koji imaju stabilna stanja i jednostavne aplikacije jer ne postoji povratna informacija od strane procesa.

Kontrola sa zatvorenom petljom koristi se u sistemima gde je potrebna povratna informacija o brzini.

Kaskadna kontrolna petlja koristi se u aplikacijama gde se zahteva veoma precizna kontrola brzine i momenta sa brzim odgovorima na promene u procesu. Pored povratne informacije o brzini sistem sa kaskadnom kontrolnom petljom poseduje povratnu informaciju o vrednosti struje. Glavna prednost kaskadnog sistema je mogućnost limitovanja struje na pogonskom izlazu

5. TEHNIKE MERENJA NAPONA I STRUJE

U cilju ostvarivanja kvalitetnijeg upravljanja i kontrole sistema potrebne su što tačnije informacije o vrednosti napona i struja. Informacija o vrednosti struje je mnogo značajnija, jer direktno utiče na zaštitu sistema od prekoračenja struje i na moment koji se stvara na motoru. Instrumenti kojima se vrši merenje električnih veličina nazivaju se električni merni instrumenti. Prema načinu na koji primaju mernu veličinu kao ulazni podatak, obrađuju ga i vrše prikazivanje, instrumenti za električna merenja mogu se podeliti na:

- Analogne instrumente
- Digitalne instrumente

Merenje napona najčešće se vrši neposredno, instrumentima koji se nazivaju voltmetri [6]. U slučaju kada nam je od značaja oblik napona koristimo osciloskop. Osciloskop, zbog svog grafičkog prikaza, predstavlja neophodan instrument koji se koristi za merenje. Za prilagođenje mernog opsega napona koji se meri mernim kolima koriste se kapacitivni i induktivni, kao i naponski razdelnik.

Postoji više načina na kojima možemo vršiti merenje struje. Ukoliko nam treba uopštena informacija o vrednosti struje koja protiče kroz neko električno kolo koristimo ampermetar, koji se u kolo vezuje na red. Ako nam je potrebna informacija o vrednosti struje u automatizovanim sistemima koriste se strujni senzori. Svaki metod merenja ima svoje prednosti i mane, a sam izbor je presudan za pouzdanost aplikacije.

Merne metode mogu se svrstati u dve osnovne kategorije:

- Direktna metoda, kod koje je strujni senzor direktno povezan u kolo i izložen linijskom naponu
- Indirektna metoda, koja omogućuje izolaciju a može biti neophodna za pouzdanost sistema.

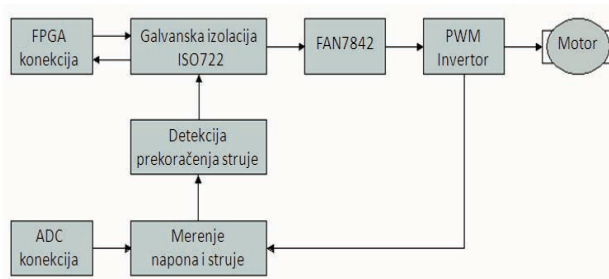
Neki od najčešće korišćenih strujnih senzora su:

- šant
- strujni merni transformator
- Holov senzor
- optički senzori

6. PROJEKTOVANJE ŠTAMPANE PLOČE

Za razvojno istraživačke potrebe RT-RK instituta, definisan je sistem, čija blok šema je data na slici 4. U radu akcenat je stavljen na izradu štampane ploče sistema.

U konkretnom zahtevu potrebno je projektovati štampanu ploču koja će biti deo platforme za upravljanje AC motorima. Na ovaj način razdvojiće se energetska deo, odnosno PWM invertor i pogonske elektronske komponente od upravljačkog dela platforme.



Slika 4. Blok šema štampane ploče

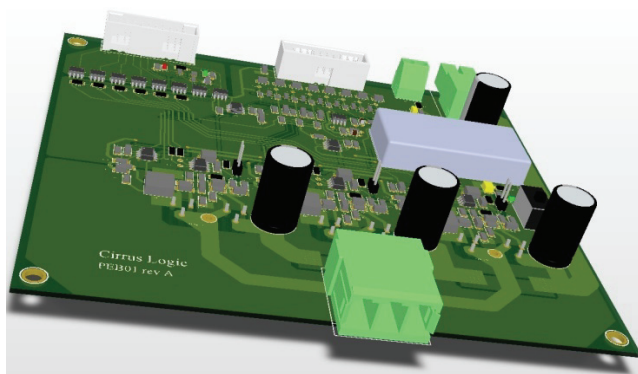
Kreiranje električne šeme zasniva se na hijerarhiji, pri čemu se kompleksni blokovi dele na jednostavnije celine, koje se potom zasebno uređuju.

Blokovi ADC konekcija i FPGA konekcija sastoje se od konektora IDC20 i flet kablom su spojene sa upravljačkom i štampanom pločom na kojoj se vrši ADC konverzija. Upravljački signali dovedeni su preko digitalnog izolatora ISO722 na gejt drajver FAN7842 koji se koristi za uključivanje prekidačkih komponenti. U bloku Merenje napona i struje vrši se merenje napona i struje svih faza i kondicioniranje na odgovarajuće logičke nivoe. Blok za detekciju prekoračenja struje vrši sumiranje struja sve tri faze i ukoliko dođe do prekoračenja struje, kontrolna logika projektovana je tako da se onemoguće izlazni upravljački signali sa digitalnog izolatora. Kao uvid da li je štampana ploča u ispravnom modu postavljena je LED indikacija.

Sagledavanjem osnovnih prednosti i mana predstavljenih strujnih senzora i poznate najveće vrednosti struje koja će kroz njega proticati kao tehnika za merenje struje izabran je šant otpornosti 5mΩ i snage 3W. Izbor odgovarajuće prekidačke komponente zavisi od područja primene odnosno snage i brzine prekidačkih komutacija. Pošto su se za upravljanje koristili motori malih snaga, kao prekidačka komponenta izabran je MOSFET koji predstavlja najbolje rešenje zbog brzih prekidačkih sposobnosti i malih gubitaka prilikom komutacije.

Početak procesa projektovanja predstavlja kreiranje šematskog simbola komponenti. Nakon ovoga potrebno je kreirati odgovarajući otisak električne komponente na štampanoj ploči (footprint) koji mora biti u skladu sa IPC (Interconnecting and Packaging electronic Circuits) standardima.

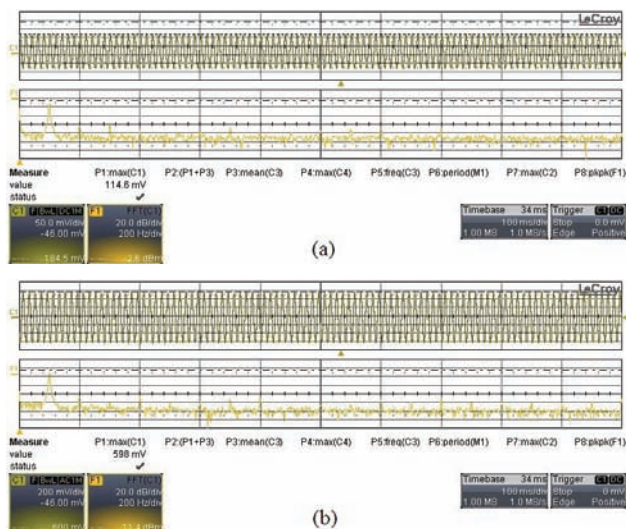
Kreiranje horizontalne projekcije vodova (*layout*) predstavlja najkritičniji deo u procesu projektovanja. Pravilnim rasporedom električnih komponenata na štampanoj ploči smanjuje se dužina vodova između komponenti i omogućava lakše povezivanje. Kao mogunost viđenja konačnog izgleda štampane ploče sa komponentama na sebi, Altium (program u kojem je štampana ploča projektovana) poseduje mogućnost trodimenzijalnog prikaza dizajna. Na slici 5 prikazan je 3D model štampane ploče.



Slika 5. 3D model projektovane štampane ploče

6.1 Ispitivanje realizovane fizičke arhitekture

U cilju verifikacije štampane ploče izvršeno je merenje naponskog signala koji se dobijaju sa strujnog senzora tj. šanta. Problem koji se javlja je merenje struje u trenucima kada struja ne prolazi kroz šant. Na slici 6 prikazan je signal na ulazu diferencijalnog pojačavača (emulacija signala sa šanta) i signal na izlazu iz dif. pojačavača. Kao ispitni signal korišćen je sinusni signal sa signal generatora, zbog svoje spektralne čistoće. On omogućuje egzaktno merenje odnosa signal šum, te praćenje degradacije kroz akvizicioni podsistem.



Slika 6 (a) Emulacija signala sa šanta
(b) Izlaz iz diferencijalnog pojačavača

Frekventna analiza signala pokazuje da odnos signal šum na ulazu iznosi oko 50dB. Značajno je da isti nivo kvaliteta ostaje i na izlazu pojačavača, što potvrđuje kvalitet pojačavačkog rešenja. Ovo je ujedno najkritičnija tačka u akvizicionom lancu, jer kvalitet signala koji se u analognom domenu izgubi, generalno nije moguće povratiti kasnijom digitalnom obradom.

Sam energetska deo je samo funkcionalno testiran i ispitan na nekoliko različitih tipova motora, jer raspoloživa laboratorija nema instrumente da bi mogla da izmeri termičku disipaciju sistema, kao ni mehaničke karakteristike, pre svega moment u različitim uslovima. Informacija o strujama u sistemu je esencijalna za kompletnu kontrolu, jer se svaka greška koja tu nestane propagira kroz algoritam i može dovesti do velikih problema u upravljanju.

7. ZAKLJUČAK

Formirana je univerzalna platforma sa PWM inverterom koja omogućuje upravljanje trofaznim naizmeničnim motorima. Kao motori korišćeni su sinhroni motori sa permanentnim magnetima snage do 500W.

U praktičnoj primeni, od predstavljenih tehnika Impulsno širinske modulacije, koristila se Impulsno širinska modulacija prostornim vektorom koja se na izrađenoj energetska štampanoj ploči pokazala vrlo pouzdanom. Činjenica je da svaki sistem nosi sa sobom određene nedostatke, pa je cilj da se kroz buduće izmene uklone ili minimizuju nedostaci. Jedan od nedostataka je mala vrednost otpornosti šanta, a samim tim i mali opseg promene napona pri merenju struje motora malih snaga.

8. LITERATURA

- [1] Slobodan N. Vukosavić, „Električne mašine“, Академска мисао 2010.
- [2] „Inventori“ <http://tnt.etf.bg.ac.rs/~oe3ee/invpdf.pdf> [pristupljeno: maj 2013.]
- [3] Boris P. Dumnić, „Upravljanje pogonom sa asinhronim generatorom i dvostrukim pretvaračem povezanim na mrežu“, 2012.
- [4] Bimal K. Bose, „Power Electronics and Motor Drives Advanced and Trends“, 2006.
- [5] Malcolm Barnes, „Practical variable Speed Drivers and Power Electronics“, 2003.
- [6] John G. Webster, „Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook“, 1999.

Kratka biografija:



Veljko Majstorović rođen je u Kraljevu 1984. god. Diplomski-master rad odbranio je 2013.god na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroročunarska elektronika.



Nebojša Pjevalica rođen je u Novom Sadu 1971. Doktorirao je na Fakultetu Tehničkih Nauka 2007. god., a od 2008 izabran je u zvanje docenta. Oblast interesovanja su Merenja u robotici i Logičko projektovanje računarskih sistema.

Implementacija i verifikacija modula roditeljske kontrole na digitalnom televizijskom prijemniku

Branimir Ljubojević, Dušan Živkov, Velimir Vujanović, Nemanja Popov, Mile Davidović i Marko Kovačević

Apstrakt—U radu je opisana implementacija modula roditeljske kontrole na digitalnom televizijskom prijemniku, kao i zahtevi koje smo pri implementaciji trebali da ispunimo. Modul je razvijen za konkretnu fizičku platformu prijemnika. Opisano je integrisano razvojno okruženje, u kojem je modul roditeljske kontrole realizovan. Realizovani modul roditeljske kontrole je testiran BBT (eng. Black Box Testing) sistemom za automatsko testiranje. Programaska podrška koja je korišćena za testiranje modula je RT – INTENT.

I. UVOD

Digitalna televizija (DTV) predstavlja prenos audio/video zapisa i dodatnih informacija u digitalnom formatu. DTV prijemnik (eng. Set Top Box) je uređaj koji se koristi za prijem DTV signala. Na ulaz prijemnika se dovodi modulirani multipleksirani signal koji se u njemu demoduliše, a zatim demultipleksira i dekoduje, kako bi se na izlazu dobio željeni multimedijalni sadržaj[1]. Poslednjih godina rast digitalnih potrošačkih usluga transformiše DTV prijemnik u multifunkcionalni uređaj.

Briga i interes za zaštitu maloletnika od neprimerenog sadržaja leže u činjenici da su deca podložnija uticaju od odraslih, jer još uvek nemaju razvijenu sposobnost kritičkog rasuđivanja i prihvatanja[2]. Radiodifuzna regulativa je olakšavala roditeljski nadzor preko uspostavljanja smernica za regulisanje prikaza neprimerenih sadržaja, razvoja specifičnih programskih rasporeda, i klasifikacije i specijalne najave o konsekvencama programa[3]. Sa novim tehnologijama je postalo sve teže da se ovi pristupi održe.

Digitalne tehnologije omogućavaju daleko bolju i napredniju roditeljsku zaštitu preko različitih i fleksibilnih sistema filtriranja. Nove tehnologije omogućavaju primenu meta-informacija za filtriranje sadržaja. DVB (eng. Digital Video Broadcasting) standard proširuje skup signalnih tabela

uvodeći tzv. tabele sa servisnim informacijama (eng. Service Information Tables – SI tables). Ove tabele nose informacije o DTV servisima. DVB-SI standard je ugrađen u transportni signal kao dodatni transportni paket sa jedinstvenim meta podacima. Jedna od važnijih SI tabela definisana DVB standardom je i EIT (eng. Event Information Table) tabela. Ova tabela se koristi za prenos informacija o tekućem, narednom i budućim događajima. EIT tabela sadrži imena programa, početna vremena, trajanja, kao i ostale informacije o programu među kojima su i informacije o roditeljskoj kontroli, koje mogu biti iskorišćene radi filtriranja sadržaja. Upotreba različitih deskriptora omogućava prenos različitih vrsta informacija o događaju.

Informacije koje se tiču roditeljske kontrole se prenose putem deskriptora roditeljskog rejtinga. Ovaj deskriptor se koristi za dobavljanje informacije o rejtingu programa, baziranom na godinama, i koristi se za zaštitu dece od neprimerenog sadržaja.

TABELA I
DESKRIPTOR RODITELJSKOG REJTINGA

Sintaksa	Broj bita	Identifikator
parental_rating_descriptor(){ descriptor_tag descriptor_length for (i=0; i<N; i++){ country_code rating } }	8 8 24 8	uimsbf uimsbf bslbf uimsbf

Polje deskriptora od 24 bita, country_code, određuje državu koristeći kod od 3 karaktera. Osmobitno polje deskriptora, rating, daje informaciju o preporučenom minimumu godina krajnjeg korisnika[4].

II. STRUKTURA FIZIČKE ARHITEKTURE PLATFORME

Fizička struktura DTV prijemnika za koji je implementiran modul roditeljske kontrole data je na slici 1.

Centralni deo fizičke strukture platforme predstavlja čip IDC3xxx familije, koji integriše sve glavne fizičke i programske elemente DTV prijemnika. IDC3xxx omogućava napredno video dekodovanje visoke definicije kao i

Branimir Ljubojević – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: branimir.ljubojevic@rt-rk.com).

Dušan Živkov – Istraživačko-razvojni institut RT-RK DOO, Narodnog fronta 23a, 21 000 Novi Sad, Srbija (e-mail: dusan.zivkov@rt-rk.com).

Velimir Vujanović – Istraživačko-razvojni institut RT-RK DOO, Narodnog fronta 23a, 21 000 Novi Sad, Srbija (e-mail: velimir.vujanovic@rt-rk.com).

Nemanja Popov – Istraživačko-razvojni institut RT-RK DOO, Narodnog fronta 23a, 21 000 Novi Sad, Srbija (e-mail: nemanja.popov@rt-rk.com).

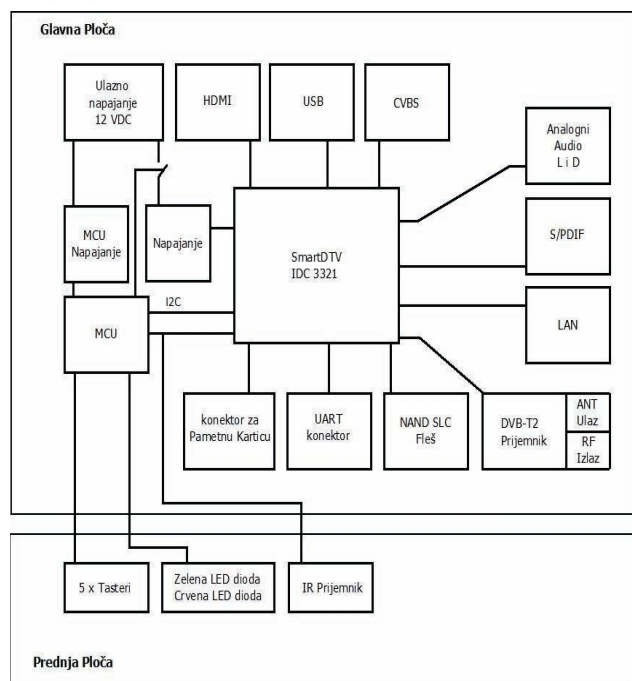
Mile Davidović – Istraživačko-razvojni institut RT-RK DOO, Narodnog fronta 23a, 21 000 Novi Sad, Srbija (e-mail: mile.davidovic@rt-rk.com).

Marko Kovačević – Istraživačko-razvojni institut RT-RK DOO, Narodnog fronta 23a, 21 000 Novi Sad, Srbija (e-mail: marko.kovacevic@rt-rk.com).

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Branimira Ljubojevića. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Zlatibor, juni 2013.

dekodovanje standardne definicije. Modul pruža direktan interfejs prema pametnoj kartici, interfejs za eksterne komunikacije (USB, e-SATA, UART...), SPI NOR fleš interfejs, NAND fleš interfejs, HDMI interfejs sa HDCP zaštitom, itd. IDC3xxx integriše demodulator i implementira sve funkcije potrebne za konvertovanje signala koji stiže preko prijemnika, da bi se dobio kao izlaz TS signal. Audio izlaz je omogućen preko HDMI, SPDIF, stereo analognih DAC-ova, i digitalnog PCM izlaznog interfejsa. IDC3xxx obezbeđuje i više-signalno TS demultipleksiranje.



Sl. 1. Fizička struktura korišćenog DTV prijemnika.

Glavni deo IDC3xxx multi čip modula predstavljaju procesori visokih performansi koje obuhvata STi7105 integrisano kolo.

III. ARHITEKTURA PROGRAMSKE PODRŠKE DTV PRIJEMNIKA

Programska podrška DTV prijemnika podeljena je po slojevima kao što je to prikazano na slici 2.

A. Operativni sistem

Operativni sistem kontroliše osnovne komponente uređaja neophodne za pravilno izvršavanje aplikacija. Najvažnija uloga OS u DTV prijemniku je da obezbedi okruženje za podršku višeprocenih zahteva DTV programske podrške. Za DTV prijemnik u našem slučaju koristili smo operativni sistem OS21. U pitanju je višeprocen OS za rad u realnom vremenu, sa malim zahtevima sa aspekta zauzeća sistemskih resursa[5].

B. Adaptacioni sloj

Ovaj sloj definiše očekivani način ponašanja platforme. U

okviru našeg zadatka ovaj sloj se sastoji iz tri dela. Svrha prvog dela je deklarisanje pomoćnih funkcija i makroa, u cilju dobijanja određenih poruka, merenja vremena, itd. On se koristi za dodavanje tragova za otkrivanje grešaka unutar koda i za dobijanje ulaza od strane korisnika za test aplikacije. Sledeći deo obezbeđuje spregu između OS i spreznog sloja, tj. obezbeđuje programsku spregu za procese i upravljanje zadacima, sinhronizacione alate, funkcije za upravljanje memorijom, itd. Treći deo ovog sloja je najširi. Obezbeđuje sve module koji su potrebni sprežnom sloju, tj. svaka funkcionalna zona (audio/video, OSD, demux, tuner, itd.) je pokrivena jednim od modula.

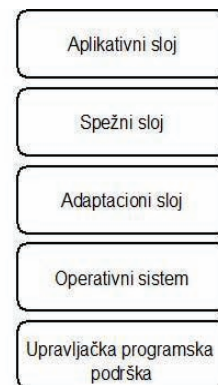
C. Sprežni sloj

Ovaj sloj obezbeđuje usluge višeg nivoa koje su sastavni deo DTV funkcionalnosti i omogućava izvršavanje DTV aplikacija. Sloj obezbeđuje odgovarajuću spregu za programiranje aplikacija (eng. API – Application Programming Interface). Između ostalih obezbeđeni su: sprega koja pruža informacije o događajima koji su u vezi sa odgovarajućim servisima, sprega koja obezbeđuje listu instaliranih servisa, sprega modula zaduženog za upis i primenu korisnikovih podešavanja, dobavljanje SI tabela bez direktnog pristupa demultipleksu, itd.

D. Aplikativni sloj

Ovaj sloj omogućava interakciju korisnika sa uređajem. Sa aspekta korišćenja sistemskih resursa aplikativni sloj je najzahtevniji. Zahteva velike memorijske blokove za smeštanje statičkih elemenata (fontovi, slike). Zavisno od broja OSD (eng. On Screen Display) slojeva i formata povećava se potrošnja radne memorije.

Aplikacija čija je realizacija opisana u ovome radu kreirana je u Maestro razvojnom okruženju.



Sl. 2. Programska podrška po slojevima.

IV. MAESTRO INTEGRISANO RAZVOJNO OKRUŽENJE

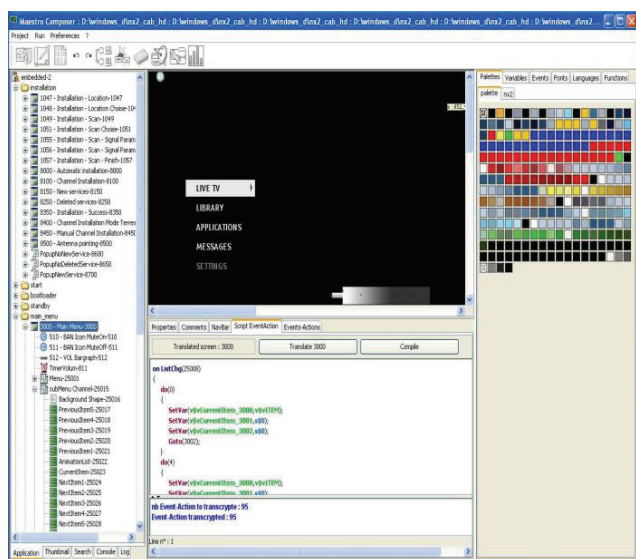
Maestro predstavlja razvojno okruženje za definisanje korisničkog interfejsa uređaja. Maestro IDE (eng. Integrated Development Environment) čine tri komponente: Maestro Composer, Maestro Generator i Maestro Player.

A. Maestro Composer

Razvoj aplikacije vrši se kroz WYSIWYG (eng. What You See Is What You Get) integrisano razvojno okruženje. WYSIWYG koncept omogućava da se u toku razvoja aplikacije na radnoj površini razvojnog okruženja vidi rezultat veoma sličan finalnom prikazu proizvoda. Fokus je na grafičkim i osnovnim navigacionim aspektima.

Aplikacija se sastoji od direktorijuma koji uključuju XML (eng. Extensible Markup Language) datoteke. DTV prijemnik koristi binarni format aplikacije. Ovaj binarni format dobija se eksportovanjem XML aplikacije u binarni oblik. Aplikacija se sastoji od sledećih datoteka:

- Appli.xml - ova datoteka sadrži resurse koji su zajednički za sve ekrane i iskaćuće prozore aplikacije (fontove, palete, događaje, funkcije i varijable)
- Layout.xml - ova datoteka se koristi da definiše xml datoteke koje će biti korišćene od strane Maestro Composer-a. Takođe, definiše putanje xml datoteka koje predstavljaju ekrane i iskaćuće prozore aplikacije.
- <dir>Screen_xxxx.xml - ova datoteka sadrži opis datog ekrana
- <dir>Popup_xxxx.xml - ova datoteka sadrži opis datog iskaćućeg prozora
- resources/*.xxx - resursi koji se koriste od strane aplikacije (sa xxx = „tff, gif, jpeg, mpeg,...“)
- resources/strings.xml – sadrži definicije svih stringova koji se koriste u aplikaciji...



Sl. 3. Radna površina Maestro Composer-a.

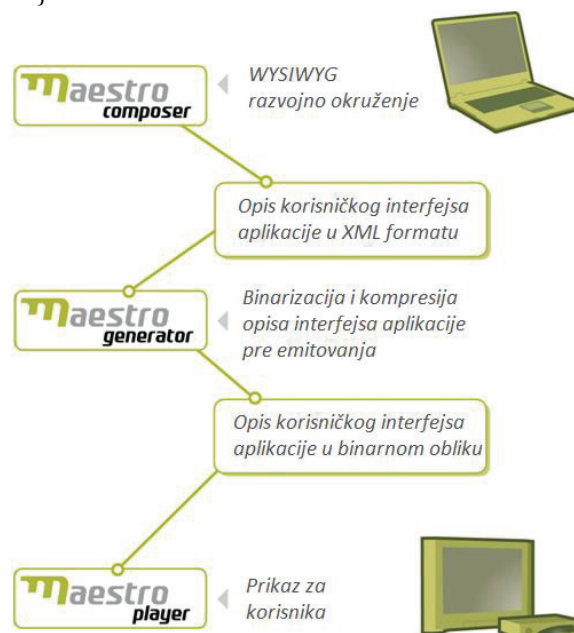
Svaka funkcija koja se koristi u Maestro Composeru se u okviru Functions prozora, koji se nalazi sa desne strane radne površine, deklarira sa jedinstvenim ID brojem. Sve funkcije koje se koriste u aplikaciji su predefinisane i pristupa im se preko navedenog identifikatora. Preko Languages prozora moguće je definisati stringove sa jedinstvenim ID brojem koji

se koriste u okviru realizacije korisničkog interfejsa. Slično kao i kod Functions prozora u okviru narednog, Events prozora deklarira se događaji koji se koriste od strane aplikacije. Promenljive koje se koriste u okviru Composer-a se definišu pod karticom Variables slično kao i u slučaju prethodnih prozora sa svojim imenom i ID brojem.

Script EventAction prozor, koji je lociran ispod grafičke oblasti u kojoj je moguće vizuelno prikazati izgled određenog ekrana ili prozora aplikacije, omogućava korisniku definisanje ponašanja ekrana ili isk. prozora. Prozor se sastoji od oblasti za unos skript teksta i prikaz poruka nakon kompajliranja.

Struktura skript teksta koji se unosi je:

```
on <event>(<control_id>)\n{\n  do (<event_param>)\n  {\n    <function> (<function_param>,...);\n    <function> (<function_param>,...);\n    ...\n  }\n}
```



Sl. 4. Razvojni proces korisničkog interfejsa kroz Maestro IDE.

Neke od komponenti (objekata) koje se koriste u Maestro Composer-u i koje omogućavaju realizaciju grafičkog korisničkog interfejsa su:

- Screen – ovaj objekat omogućava kreiranje ekrana
- Popup – omogućava realizaciju iskaćućeg prozora
- Anim – omogućava prikaz animacije
- Container – koristi se za definisanje skupa objekata
- Edit – omogućava unos podataka
- Image – omogućava prikaz slike
- Label – ova komponenta omogućava prikaz teksta

- List – omogućava prikaz liste elemenata
- Timer – omogućava upravljanje tajmerima.

V. IMPLEMENTACIJA MODULA RODITELJSKE KONTROLE

A. Zahtevi

Struktura menija treba da omogući korisniku podešavanje parametara roditeljske zaštite, gde se podrazumeva menjanje PIN sekvence, omogućavanje zaključavanja kanala, zaključavanje i otključavanje kanala, i postavljanje starosne granice za blokiranje neželjenog sadržaja. Primena roditeljske kontrole bi trebalo da je omogućena kako nad pojedinačnim događajima, tako i nad kanalima. Roditeljska kontrola kod zaključavanja servisa treba da bude implementirana kao deo strukture koja sadrži podatke o servisu, dok se roditeljska kontrola nad događajem sprovodi preko informacije dobavljene iz EIT tabele. DTV prijemnik će zaustaviti prikaz videa i audia ako je roditeljski rejting određenog događaja iznad podešene starosne granice ili ako je određeni servis zaključen. Od korisnika će se zahtevati unos PIN koda roditeljske kontrole, koji se sastoji od četiri cifre, pre nego što se dozvoli pristup događaju ili blokiranom servisu. Ako je unesen netačni PIN kod, dekodir će generisati poruku o grešci i zahtevati ponovni unos. Nakon pet netačnih unosa PIN koda, koji su se dogodili u vremenskom intervalu od 10 minuta, dekodir će obavestiti korisnika da sledeći pokušaj može učiniti tek za 10 minuta. Ako određeni događaj nema roditeljski rejting, sadržaj će biti blokiran. Jednom kad se određeni događaj otključa, on će ostati otključan za sve vreme njegovog trajanja, i neće se zahtevati ponovni unos PIN-a. Kada se viši rejting primeni na odblokirani događaj, sadržaj će ponovo biti blokiran i zahtevaće se od korisnika unos PIN koda.

Provera statusa roditeljske kontrole i konsekventno blokiranje sadržaja, u slučaju potrebe, treba da se primeni nakon svih promena stanja uređaja, kod paljenja, po izlasku iz stanja pripravnosti, prilikom promene kanala i na prelasku između dva događaja. PIN roditeljske kontrole treba da bude postavljen na prvobitnu vrednost po aktiviranju resetovanja na fabrička podešavanja.

TABELA II
REJTINGI RODITELJSKE KONTROLE ZA CILJANO TRŽIŠTE

DVB Roditeljska vrednost koja se prenosi u EIT	Roditeljski rejting prikazan korisniku
0	nijedan
2	PG-10
3	10
6	PG-13
7	13
10	16
13	18
15	R-18

B. Implementacija

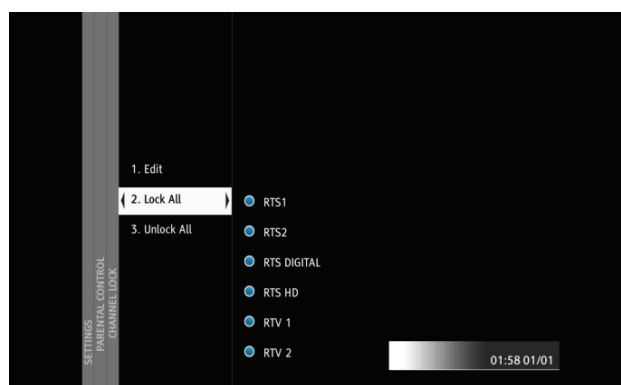
Ulazak u meni Roditeljska Kontrola, koji omogućava sva podešavanja koja su u vezi sa roditeljskom kontrolom, je zaštićen zahtevom za unos PIN koda, ukoliko je roditeljska kontrola omogućena. Algoritam funkcionalnosti ekrana sa unosom PIN koda za ulazak u meni roditeljske kontrole je identičan algoritmu za proveru roditeljske kontrole prilikom promene servisa (slika 8.), s tom razlikom da se ne vrši provera da li je servis zaključen i provera rejtinga događaja, i umesto praćenja servisa po ispravno unetom PIN kodu, vrši se ulazak u meni roditeljske kontrole.

Animacija unosa PIN koda je omogućena preko animacionog elementa Composer-a. Na korisnikov unos u edit polje aktivira se događaj Composer-a, *EditChg*. Preko njega se odgovarajućom funkcijom proverava korisnički unos. Funkcija vrši proveru unetog PIN koda i šalje odgovarajući događaj sa pratećim parametrom iz dodatnog modula u aplikaciju.

Desetominutni tajmer, prikazan u algoritmu na slici 8, obezbeđuje vremenski okvir za broj pogrešnih unosa kao i desetominutnu zabranu unosa, kao što je to navedeno u zahtevima. Broj pogrešnih pokušaja, čija se se provera vrši nakon startovanja tajmera, određuje koja će poruka o grešci biti ispisana i da li će ponovni pokušaj unosa biti moguć.

Centralni deo ekrana, u koji se ulazi nakon ispravno unetog PIN koda, predstavlja lista sa sledećim elementima: Zaključavanje kanala, Nivo zrelosti, Promena PIN koda i Omogući roditeljsku kontrolu.

Ekran, Zaključavanje kanala, predstavlja meni sa opcijama Izmeni, Zaključaj sve i Otključaj sve. Ekran sadrži i listu koja se popunjava sa tekućom listom servisa, nad kojima se i vrši zabrana ili skidanje zabrane. Nivo zrelosti i Omogući roditeljsku kontrolu ekrani imaju sličnu funkcionalnost ekrana, gde omogućavaju jednostavan korisnički izbor jedne od ponuđenih opcija iz odgovarajućih lista. Nivo zrelosti menija omogućava postavljanje starosne granice za zabranu praćenja tekućih događaja. Nivoi koji se mogu odabrati su: nijedan, ispod 18, ispod 16, ispod 13 i ispod 10.



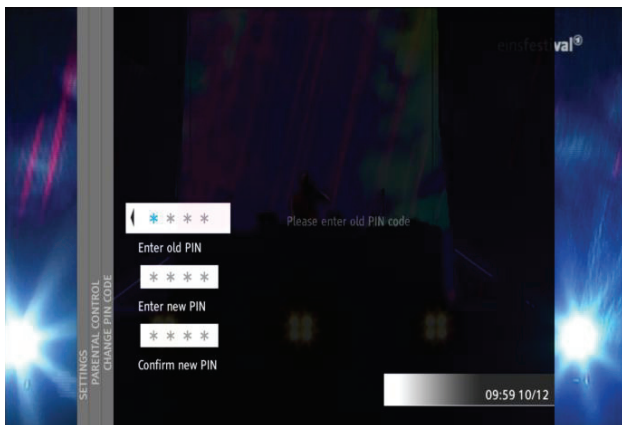
Sl. 5. Meni za zaključavanje kanala.

Izborom opcije glavnog menija roditeljske kontrole,

Promena PIN koda, odlazi se u ekran u kom je moguće menjanje postojećeg PIN koda roditeljske kontrole (slika 6.).

Funkcionalnost ekrana za promenu PIN koda identična je algoritmu prilikom unosa PIN koda za ulazak u meni roditeljske kontrole, s tim što se po ispravno unetom PIN vrši unos i potvrda novog PIN koda.

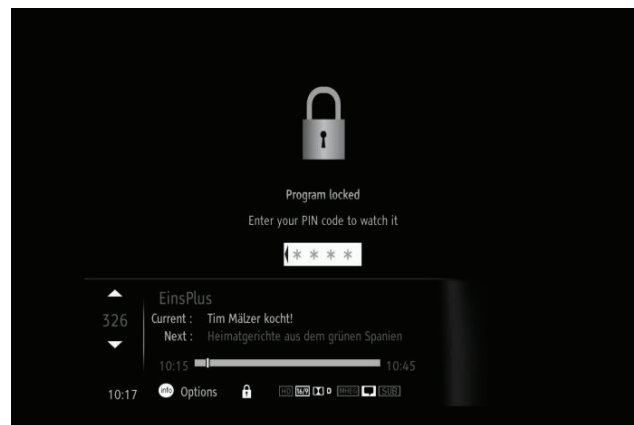
U slučaju praćenja servisa, koje se odvija u ekranu Praćenje Servisa (ekran u kome se vrši promena i praćenje servisa, obrada iskaćućih prozora u slučaju nemogućnosti konekcije servisa, prikaz informacija vezanih za servis i događaje servisa, itd.), i korisnikove promene servisa ili prilikom inicijalnog uspostavljanja konekcije servisa vrši se provera da li je roditeljska kontrola omogućena, i zatim ako je omogućena da li je dati servis zaključan, što se proverava odgovarajućom funkcijom. Ukoliko su ovi uslovi ispunjeni praćenje audio-vizuelnog sadržaj servisa neće biti omogućeno, poziva se funkcija koja u aplikaciju šalje događaj za koji se u spomenutom ekranu, Praćenje Servisa, poziva akcija *Popup(id_iskaćućeg prozora)*, koja aktivira iskaćući prozor unosa roditeljskog PIN koda ili odgovarajuće poruke (desetominutna zabrana unosa), sa karakterističnom slikom za zaključano stanje, kao što je to prikazano na slici 7.



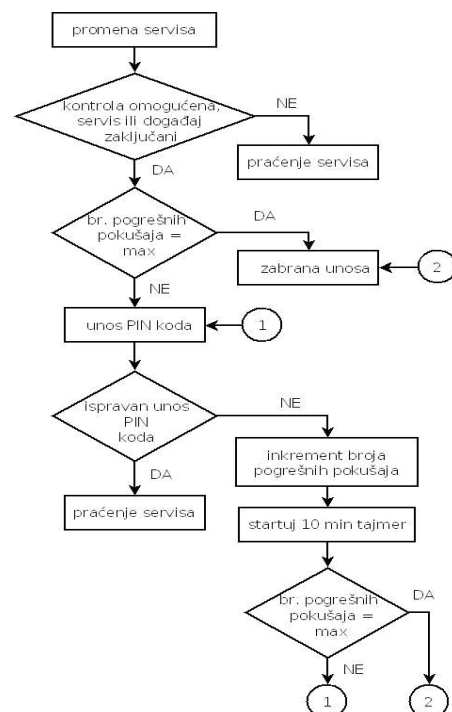
Sl. 6. Ekran za promenu PIN koda.

Prilikom promene servisa, preko podataka iz EIT tabele, vrši se takođe i provera nivoa zrelosti trenutnog događaja na novom servisu i upoređuje sa nivoom koji je korisnik postavio u odgovarajućem meniju roditeljske kontrole. Ukoliko trenutni događaj nije prethodno otključavan, i ukoliko je roditeljski rejting događaja veći ili jednak postavljenom rejtingu od strane korisnika poziva se funkcija za blokiranje programa i prikaz odgovarajućeg iskaćućeg prozora. Ukoliko se za to vreme u meniju roditeljske kontrole postavi nova, viša vrednost za nivo zrelosti, događaji koji su prethodno bili otključani za nižu vrednost roditeljskog rejtinga će ponovo biti nedostupni i zahtevaće se unos PIN koda. Provera roditeljskog rejtinga će takođe biti obavljena prilikom svakog početka novog događaja na servisu. Uopšteni algoritam roditeljske kontrole prilikom promene servisa sa funkcionalnošću iskaćućeg prozora za unos PIN koda prikazan je na slici 8.

Osnova skript koda iskaćućeg prozora, koji obaveštava korisnika da je program zaključan i omogućava unos roditeljskog PIN koda (ako nije u toku desetominutna zabrana unosa), je identična sa skript kodom ekrana za unos PIN koda prilikom ulaska u meni roditeljske kontrole. Jedina razlika u pozivanim funkcijama između ova dva slučaja je kada je korisnik u iskaćućem prozoru unese ispravan PIN. Tada se u ovom slučaju poziva funkcija koja ponovo omogućava praćenje servisa. Iz funkcije se šalje i događaj na koji se u prozoru poziva akcija *GoBack()* koja deaktivira iskaćući prozor. Elementi od kojih je sačinjen iskaćući prozor zabrane su slični sa već navedenim slučajevima unosa PIN koda. Edit polje, anim za animaciju unosa, sličica katanca i odgovarajuće labele za prikaz informativnog teksta.



Sl. 7. Ekran zaključanog kanala.

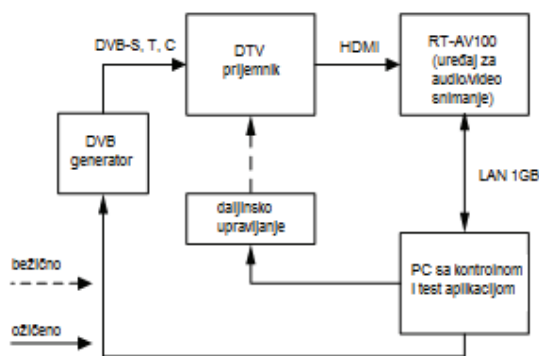


Sl. 8. Algoritam roditeljske kontrole prilikom promene servisa

VI. VERIFIKACIJA IMPLEMENTIRANOG MODULA

Prilikom testiranja DTV prijemnika korišćen je BBT (eng. Black Box Testing) sistem za automatsko testiranje. Ovaj sistem predstavlja brzo i efikasno rešenje za automatsku funkcionalnu verifikaciju DTV uređaja, koje minimizuje učešće ljudi tokom izvršavanja testova [6]. Sistem za testiranje se sastoji iz sledećih uređaja: uređaj koji se testira, uređaj za grebovanje slike i zvuka RT – AV100, kontrolni uređaj kojim se komande prosleđuju DTV uređaju, kako bi se isti postavio u određeno stanje (RC emulator), PC sa kontrolnom i test aplikacijom.

Pomoću generatora slike i zvuka, na ulaz DTV prijemnika se dovode odgovarajući signali. Komandna jedinica PC postavlja uređaj koji se testira u željeno stanje, a DTV prijemnik na izlazu daje sliku i zvuk, koji se snimaju uz pomoć uređaja za snimanje (RT-AV100) i smešta na masovnu memoriju PC računara. Programska podrška kontrolne aplikacije PC-a upoređuje dobijenu sliku i/ili zvuk sa referentnim, i na osnovu toga zaključuje da li se testirani uređaj ponaša u skladu sa očekivanjima.



Sl. 9. Generalni opis BBT sistema za testiranje.

Za slučaj modula roditeljske kontrole rađeno je 35 različitih automatskih testova, kojima je pokrivena provera funkcionalnosti ovog modula. Verifikacija implementiranog modula roditeljske kontrole je potvrdila ispravnu funkcionalnost modula. Aplikacija koja je korišćena prilikom testiranja DTV prijemnika je RT – INTENT, integrisano okruženje za testiranje. RT – INTENT je specijalno dizajniran kako bi se omogućilo testiranje i verifikacija različitih multimedijalnih uređaja, i predstavlja sofisticirani alat za kontrolu, razvoj i izvršenje automatskih BBT testova. RT - INTENT sadrži sveobuhvatan skup biblioteka za analizu slike i zvuka. Aplikacija podržava Python skripte, u kojima su ručno pisani testovi za izvršavanje. Jedan od segmenata BBT sistema koji prethodi testiranju je i pisanje makroa u posebnu datoteku za svaku željenu navigaciju. Nakon izvršenih testova, rezultati se generišu u obliku html dokumenta koji

sadrži ime test plana, ime samog testa, kao i rezultat testiranja.

VII. ZAKLJUČAK

Realizovani modul roditeljske kontrole predstavlja veoma bitnu i danas gotovo nezaobilaznu stavku programske podrške DTV prijemnika. Korist obrađenog modula je višestruka, od pravilnog usmeravanja i zaštite najmlađih članova, koji još uvek nemaju razvijenu kritičku sposobnost rasuđivanja, od neodgovarajućeg sadržaja, do uštede vremena koje bi roditelji ili staratelji morali da provedu u zaštiti maloletnika od neželjenog sadržaja. Prilikom implementacije vodilo se računa da se ispune navedeni zahtevi. Implementirani modul je testiran u okviru BBT sistema za automatsko testiranje. Rađeno je 35 različitih automatskih testova, kojima je pokrivena provera funkcionalnosti ovog modula. Testiranjem je potvrđena ispravna funkcionalnost implementiranog modula.

ZAHVALNICA

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

LITERATURA

- [1] S. Pekowsky and R. Jaeger, "The Set-Top Box as Multimedia Terminal", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 44, No. 3, Aug. 1998, pp. 833 - 840.
- [2] D. Keller and S. G. Verhulst, DVB Parental Control Report, "Parental Control in a Converged Communications Environment", October 2000.
- [3] Directive 97/36/EC of the European Parliament and of the Council amending Council Directive 89/552/EEC on the co-ordination of certain provisions laid down by law, regulation or administrative action in Member States concerning the pursuit of television broadcasting activities; OJ EC L202/60 of 30.7.1997
- [4] DVB, Specification for Service Information (SI) in DVB systems, DVB Document A38, January 2011.
- [5] STMicroelectronics, OS21, User manual, 7358306 Rev V, August 2010., www.st.com
- [6] Jan Zloh, Nikola Teslić, Vukota Peković, "Jedno rešenje programske podrške za automatsko testiranje TV prijemnika". TELFOR, Beograd, Srbija, 2006.

ABSTRACT

This paper describes the implementation of parental control module on a digital television receiver, as well as the requirements that we had to fulfill during the implementation. The module was developed for the specific physical platform of a receiver. An integrated development environment, in which a parental control module is implemented, is described. Realized parental control module has been tested with BBT (Eng. Black Box Testing) system for automated testing. The software that was used to test the module is RT - INTENT.

Implementation and verification of parental control module on a digital television receiver

Branimir Ljubojevic, Dušan Živkov, Velimir Vujanović, Nemanja Popov, Mile Davidović and Marko Kovačević

UPRAVLJANJE SAMOSTALNIM FN SISTEMIMA**OFF-GRID PV SYSTEM CONTROL**

Mijat Mijatović, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Nakon uvodnog dela, objašnjen je princip rada i funkcija fotonaponskih ćelija, regulatora punjenja baterija, baterija i invertora u samostalnom FN sistemu. Zatim su objašnjeni principi rada i načini upravljanja sklopovima u sistemu. Dat je primer jednog samostalnog FN sistema, na kome je izvršeno merenje više parametara, koji su obrađeni i čiji su rezultati dati u obliku grafika.

Abstract – After the introductory part, principles of operation and the function of photovoltaic cells, battery charge regulators, batteries and invertors in an off grid PV system are explained. Next, the principle of operation and methods of control of power circuits in the system are presented. Then, an example of an off grid PV system is explained. Results of measurement of number of parameters are given. They are processed and their graphs are shown in the thesis.

Ključne reči: Samostalni fotonaponski sistemi, upravljanje, povezivanje na mrežu.

1. UVOD

Potreba za energijom u svetu raste iz dana u dan. Veliki procenat svetske energije još uvek se dobija iz ekološki neprihvatljivih izvora, pogotovo fosilnih goriva koja su i dalje dominantna. Problem su njihove ograničene rezerve, regionalna rasprostranjenost, kao i značajan doprinos zagađenju čovekove okoline. Rešenje se traži u obnovljivim izvorima, a najveću primenu imaju energija vetra, sunca i hidro energija. U ovom radu će se razmatrati sistemi za konverziju energije sunca u električnu korišćenjem foto-naponskog (FN) efekta, odnosno foto-naponski sistemi ili FN elektrane.

2 FN SISTEMI

Osnovna podela foto-naponskih (FN) sistema je na mrežne, samostalne i kombinovane FN sisteme. Mrežni FN sistemi (*in-grid*) su povezani na mrežu i generišu i direktno predaju električnu energiju u elektroenergetski sistem. Ovi sistemi nemaju funkciju skladištenja energije, nego svu proizvedenu energiju predaju mreži. Samostalni FN sistemi (*off-grid*) generišu električnu energiju za potrebe korisnika, višak skladište u baterijama. Samostalni FN sistemi mogu se koristiti i u situacijama kada postoji elektroenergetska infrastruktura – kombinovani FN sistemi. Tada se višak proizvedene energije može isporučiti u elektroenergetski sistem, a ako postoji potreba, manjak energije se može pokrivati iz mreže.

NAPOMENA:

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

2.1. Organizacija samostalnog FN sistema

Osnovni elementi samostalnih FN sistema jesu: FN generatori (paneli, moduli), inverter, regulator punjenja baterije (DC/DC pretvarač) i baterije. Pored njih, za rad sistema potrebni su: kablovi, osigurači, sklopne naprave, te montažni sistemi.

2.2 Princip rada solarnih ćelija, FN efekat

FN efekat je u stvari usmereno kretanje nosioca naelektrisanja, kada se p-n spoj osvetli snopom fotona. FN ćelija je konstruisan i dizajniran oblik p-n spoja, koji omogućava prostorno padanje svetla na što veću njegovu površinu. Ulaskom u p-n spoj i prenosom svoje energije fotoni oslobađaju slobodne nosioce naelektrisanja, elektrone i šupljine, a na krajevima se javlja napon.

2.3 Regulator punjenja i pražnjenja baterije

Regulatori punjenja su uređaji koji se koriste u FN sistemima sa akumulatorskim baterijama i njihova uloga je da prilagode struju i napon sa solarnih ćelija na nivo kojim se mogu puniti baterije i osiguravaju pouzdan rad baterije tokom punjenja i pražnjenja. Pored osnovnih funkcija potrebno je da obezbede i zaštitne funkcije.

2.4 Baterije

Baterija ili akumulator je elektrohemijaska naprava koja skladišti električnu energiju u obliku hemijske energije. Najčešće korištene baterije u foto-naponskim sistemima su olovne baterije. Postoje dva tipa baterija olovnih baterija: olovne baterije sa elektrodama potopljenim u tečni elektrolit i ventilom regulisane olovne baterije.

2.5 Invertori

Inverter je sklop koji pretvara jednosmernu u naizmeničnu struju (AD/DC). Služi za povezivanje jednosmerne izvora električne energije foto-naponskih panela ili baterijskog sistema i naizmeničnih potrošača. Invertori u FN sistemima mogu se klasifikovati u tri osnovne grupe: autonomni, mrežni invertore i baterijske foto-naponske pretvarači, koji su specijalni invertori koji su namenjeni da se napajaju iz baterije, omogućuju punjenje baterija pomoću ugrađenog regulatora punjenja, a višak energije predaju u mrežu.

3. KARAKTERISTIKE SISTEMA/SKLOPOVA

Proizvodnja električne energije u FN sistemu zavisi od niza faktora poput lokacije, orijentacije i nagiba panela, temperature okoline, efekta senke, ali i karakteristika FN elemenata i sklopova u sistemu.

3.1 Karakteristike FN panela

Efikasnost panela u slobodnoj prodaji prema katalogima proizvođača kreće se negde oko 15%. Druga bitna

karakteristika je radni vek koji iznosi preko 25 godina. Snaga pojedinačnog panela se kreće od 40W do 300W. FN paneli po svojoj prirodi predstavljaju strujne izvore. Napon i struja fotonaponskog panela, odnosno njegova snaga, zavise od više faktora, od kojih su najznačajniji intenzitet sunčevog zračenja i temperatura okoline.

3.2 Povećanje efikasnosti sistema praćenjem položaja Sunca

Položaj panela odnosu na Sunce umnogome utiče na stepen efikasnosti fotonaponskog sistema. Imamo dva načina montaže panela (prijemnika), a to su: fiksni sistem montaže i sistem sa FN panelima koji su montirani tako da prate poziciju Sunca. Prednost fiksnih sistema je jednostavnost konstrukcije, otpornost za vremenske nepogode i manja ulaganja. S druge strane, ukupan energetske prinos je za oko 20% do 30% manji nego kod jedno-osno ili dvo-osno rotirajućih sistema. Međutim, tehnno-ekonomske analize pokazuju da je stepen isplativosti približno isti, tako da se danas uglavnom grade fiksni sistemi.

3.3 Planiranje kapaciteta baterija

Kod samostalnih FN sistema potrebno je planirati takozvano vreme nezavisnosti, što znači da u danima bez Sunca ili u zimskom periodu pri slabom intenzitetu sunčevog zračenja, sistem skladišti energiju za nekoliko dana prosečne potrošnje. Obično se za ovu svrhu stvaraju rezerve energije za jedan do tri dana, da se ne ostane bez energije pre novog sunčanog dana.

4 OPIS DC/DC I DC/AC PRETVARAČA

4.1 Regulator punjenja i pražnjenja baterija

Za svaki regulator karakteristične su četiri vrednosti napona: napon isključenja punjenja VR, napon ponovnog uključenja AVR, napon isključenja potrošača LVD i napon ponovnog uključenja potrošača LVR. Neki od ovih uređaja imaju funkciju temperaturne kompenzacije koja se odnosi na promenu postavljenih vrednosti regulatora sa promenom temperature baterije.

4.1.1 Paralelni regulatori

Pošto se FN paneli ponašaju kao strujni izvori, oni se mogu kratko spojiti bez opasnosti da će se oštetiti. Električna energija koja se tada proizvede oslobađa se kroz disipaciju toplote na FN panelima. Sposobnost da kratko spoje električne izvođe FN panela je osnovni princip rada ovog tipa regulatora.

4.1.2 Serijski regulatori

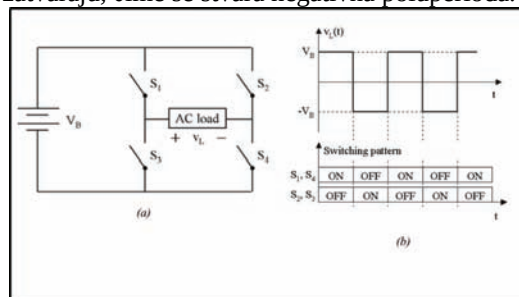
Prekidački element koji se nalazi u seriji između FN elemenata i baterije otvara strujno kolo ili poluprovodnički element ograničava struju čime se održava konstantan napon na bateriji. Pošto regulator otvara kolo za punjenje baterije nije potrebna blokirajuća dioda.

4.2 PWM regulatori

Zbog svojih dobrih osobina kao što su visoka efikasnost i malo zagrevanje danas su najviše korišteni baš regulatori ovog tipa. Kao sastavni deo PWM regulatora koriste se DC/DC pretvaračka kola. Tri najčešće korištena kola u ovim regulatorima su spuštač napona (buck), podizač napona (boost) i spuštač-podizač napona (buck-boost).

4.3 Invertori

Rad jednofaznih invertora se obično bazira na prekidačkom H mostu. Ovo kolo se sastoji od 4 elektronska prekidača kao što je prikazano na slici 1. Osnovni princip rada je jako jednostavan: most će generisati talas pravougaonog oblika zatvaranjem prekidača S_1 i S_4 , dok su prekidači S_2 i S_3 otvoreni tako da nastaje pozitivna poluperioda, a onda se prekidači S_1 i S_4 otvaraju dok se S_2 i S_3 zatvaraju, čime se stvara negativna poluperioda.



Slika 1. (a) H most, (b) kvadratni oblik signala i šema uključenja prekidača

PWM je osnovni preduslov za dobijanje napona čiji oblik liči na oblik sinusoide. Da bi se dobio PWM signal primenjuje se drugačiji način upravljanja radom prekidača od onog kod formiranja kvadratnog oblika napona. Osnovni princip rada je sledeći: tokom pozitivne periode neprekidno se zatvara i otvara par prekidača S_1 i S_4 dok su prekidači S_2 i S_3 otvoreni, a tokom negativne periode par prekidača S_2 i S_3 se otvara i zatvara dok su prekidači S_1 i S_4 otvoreni. Da bi se filtriranjem dobio sinusni signal na izlazu dužina trajanja impulsa nije konstantna.

5 UPRAVLJANJE RADOM SISTEMA

5.1 Upravljanje sistemom za praćenje položaja Sunca

Kod sistema sa aktivnim praćenjem, položaj Sunca na nebu tokom dana prati se kontinualno pomoću odgovarajućih senzora. Signal sa senzora vodi se na mikrokontroler ili neki sličan uređaj koji upravlja radom aktuatora (DC motor) koji vrši okretanje panela fotonaponskog sistema.

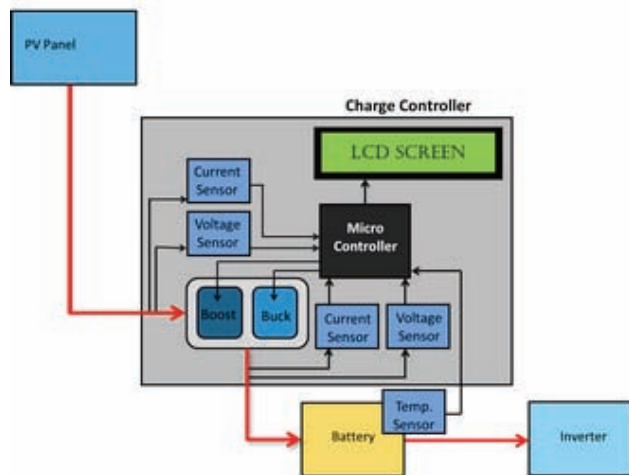
5.2 MPPT regulacija-regulator punjenja baterija sa praćenjem tačke maksimalne snage

Da bi se radna tačka FN panela postavila u položaj maksimalne snage razvijeni su MPPT (Maximum Power Point Tracking) regulatori. MPPT regulator se može posmatrati kao dva funkcionalno povezana dela: izvršnog uređaja kontrole i regulatora u užem smislu (algoritam praćenja optimalne tačke). Izvršni uređaj je aktuator regulatora koji neposredno prilagođava izlaz iz panela na ulaz u potrošača prema algoritmu regulacije. U principu to je neki od PWM DC/DC pretvarača.

Principijelna blok šema jednog regulatora punjenja baterija sa MPPT prikazana je na slici 2. Kontrola rada MPPT regulatora punjenja baterija obavlja se uz pomoć mikrokontrolera koji upravlja celim sklopom.

Mikrokontroler preko odgovarajućih senzora dobija podatke o jačini struje i napona sa fotonaponskog panela, kao i o naponu i struji na bateriji, koji su pokazatelji stanja napunjenosti baterije. Neki regulatori punjenja poseduju i senzore za temperaturu baterije. Na osnovu tih podataka i implementiranih algoritama, mikrokontroler

šalje upravljačke signale koji se vode na DC/DC pretvarač i prekidač koji vrši isključivanje i uključivanje potrošača. MPPT algoritam je mozak uređaja i on upravlja faktorom ispunje, od koga zavisi rad DC/DC pretvarača. Razvijeno je više MPPT algoritama, ali dva najčešće korištena algoritma su algoritam „*Perturb and observe*“ i algoritam zlatnog preseka (*GSS-Golden Section Search*). Pored MPPT algoritma na mikrokontroler se implementira i algoritam za upravljanje pouzdanim radom baterije.



Slika 2. Principijelna blok šema MPPT regulatora punjenja baterija

5.3 Upravljanje radom baterije

Mikrokontroler nadgleda rad baterije tako što očitava njene parametre kao što su napon, struja i temperatura tokom punjenja i pražnjenja baterije i na osnovu tih parametara određuje nivo napunjenosti, a na osnovu koga upravlja radom baterije. Uglavnom postoje dva načina određivanja nivoa napunjenosti baterije: merenjem napona na bateriji, proračun SOC (*state of charge*). Na osnovu vrednosti napona na bateriji može se dobiti informacija o njoj napunjenosti, iako jednostavna, ova metoda je nepouzdana. Proračun SOC nam pruža tačan podatak o nivou napunjenosti baterijom. Mikrokontroler prati vrednosti napona na bateriji i struja punjenja i pražnjenja daje tačan proračun nivoa napunjenosti baterije, pomoću kojeg odlučuje o načinu punjenja ili pruža zaštitu od dubokog pražnjenja baterije.

5.3.1 Algoritam punjenja baterije

Da bi se produžio životni vek baterija u samostalnim FN sistemima, pored zaštite od dubokog pražnjenja, potrebno je obezbediti adekvatno punjenje. Najčešće implementirani algoritam punjenja baterija se sastoji iz tri faze. Prva faza punjenja je I ili faza velikog kapaciteta (*Bulk Phase*) u kojoj se baterija puni maksimalnom strujom. Druga faza je Uo ili *Absorption Phase*, u kojoj vrednost napona ostaje konstantna, struje punjenja konstantno opada. Treća je U faza ili faza plutajućeg punjenja (*Float Charge*) u kojoj se baterija puni konstantnim naponom, ali manje vrednosti nego u drugoj fazi.

5.3.2 Zaštita od dubokog pražnjenja

Kada nivo napunjenosti baterije padne ispod određenog nivoa definisanog tipom baterije, izlazni prekidač se otvara čime se isključuju potrošači i baterija štiti od daljeg pražnjenja. Ponovno uključivanje potrošača se vrši kada se ustanovi da je baterija dovoljno napunjena.

5.4 Upravljanje inverterom bez povezivanja na mrežu

Upravljanje radom prekidačkog mosta može se izvršiti na više načina, a jedan od načina koji se danas sve više koristi je pomoću mikrokontrolera čiji je zadatak je da generiše upravljačke signale koji se vode na kola za upravljanje prekidačkim elementima.

5.5 Upravljanje inverterom povezanim na mrežu

5.5.1 Upravljanje radom mrežnog invertora

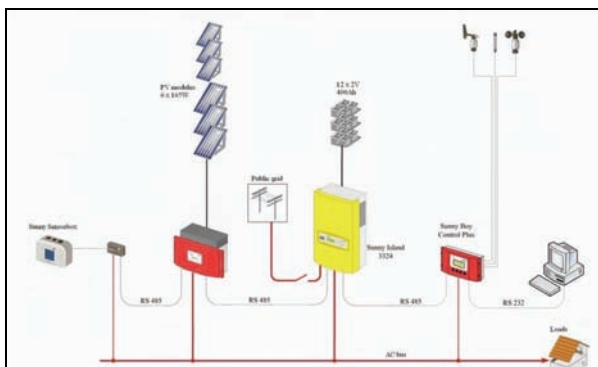
Pravilan rad invertora pored usklađivanja vrednosti naponskog nivoa, zahteva sinhronizaciju faze i frekvencije sa mrežnim vrednostima. To podrazumeva stalno očitavanje parametara napona, koji vladaju u mreži. To se postiže na sledeći način. Kolo za semplovanje mrežnog napona prilagođava vrednost i oblik napona na signal pogodan za unos u A/D konvertor i tajmer mikrokontrolera. Iz ovog signala mikrokontroler dobija podatke o vrednosti napona, o fazi i frekvenciji, i na osnovu njih generiše PWM signale, kojim upravlja radom prekidačkog mosta. Izlaz sa prekidačkog mosta je takođe PWM oblika koji se pomoću LC filtera pretvara u sinusni.

5.5.2 Sistem sa povezivanjem na mrežu

Pretvarač *SMA Sunny Island 6.0h* omogućava automatsko povezivanje na javnu elektrodistributivnu mrežu radi isporuke viška ili pokrivanja manjka energije. Spajanje sa javnom mrežom obavlja se u tri koraka: detektuje se potreba za povezivanjem na javnu mrežu, proverava se vrednosti napona i frekvencije u mreži, pa ako su napon i frekvencija u mreži odgovarajući vrši se sinhronizacija i usklađivanje prema parametrima koji vladaju u mreži, te spajanje FN sistema na mrežu zatvaranjem kontaktora. Tokom rada FN sistema u interakciji sa javnom mrežom *Sunny Island 6.0h* prati frekvenciju i napon u mreži i vrši sinhronizaciju sa mrežnim vrednostima. Ukoliko dođe do nepravilnosti u radu mreže, tj. ako vrednosti napona ili frekvencije odstupe od zadatih vrednosti, *Sunny Island 6.0h* će izvršiti isključivanje sa mreže.

6. PRIMER SAMOSTALNOG FN SISTEMA

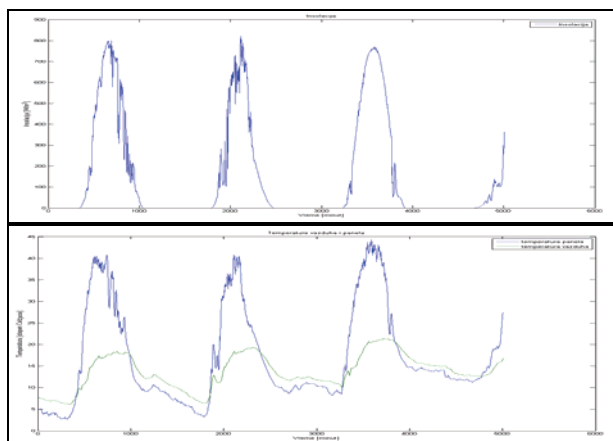
Samostalni FN sistem, razvijen je u Laboratoriji za obnovljive izvore električne energije Katedre za energetske elektroniku i pretvarače na FTN-u. Izgled projektovanog FN sistema sa svim svojim glavnim elementima prikazan je na slici 3. Glavne komponente sistema su: FN paneli, *Sunny Boy 1100* – standardni industrijski inverter, *Sunny Island 3324* – centralna jedinica celog sistema, baterije (akumulatori) i merno-kontrolna jedinica *Sunny Boy Control Plus*. Sa slike 3 vidi se da su kao primarni izvor električne energije predviđeni FN paneli. Povezane baterije omogućavaju nesmetani rad i pri nedovoljnoj proizvodnji električne energije iz primarnog izvora. Preko konektora za povezivanja sistema na mrežu, odnosno preko centralne jedinice sistema *Sunny Island 3324*, višak proizvedene električne energije može se predavati distributivnoj mreži. U slučaju nepovoljnih vremenskih uslova kada se potrošnja ne može nadoknaditi iz energije sunca i baterija, moguće je napajati potrošače iz električne mreže.



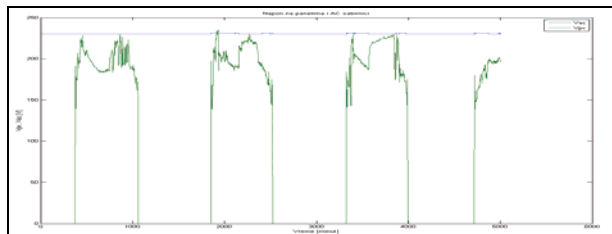
Slika 3. Blok šema samostalnog FN sistema

7. MERENJE I OBRADA REZULTATA

Na opisanom sistemu izvršeno je merenje više parametara, koristeći merni sistem ugrađen u merno-upravljačkoj jedinici *Sunny Boy Control Plus*. Pomoću *Sunny Data Control* softvera instaliranog na lokalnom računaru rezultati merenja su zabeleženi u *Excell* tabele, koje su obrađene u programskom paketu *Matlab*. Kao potrošač korišćene su dve neonske sijalice pojedinačne snage 38W, odnosno 76W ukupno. Merenje je obavljeno u periodu od 05.10.2013. u 23.54.00 do 09.10.2013. u 11.06.00, a mereni parametri su: temperatura vazduha i panela, insolacija, naponi na panelima i AC sabirnici, struje na ulazu i izlazu invertora *Sunny Boy 1100*, snage na ulazu i izlazu invertora, napon na bateriji i efikasnost invertora. Rezultati su prikazani na slikama 4-7. Bitan rezultat, efikasnost invertora prikazana je na slici 7. Vidi se da ona tokom dana i pri dobroj insolaciji prelazi 0.9 što je dobra i očekivana vrednost. Nešto slabija efikasnost dobijena je prilikom zasenjivanja panela usled oblačnosti i u popodnevним satima.



Slika 4. Radijacija (gore) i temperatura vazduha i panela.

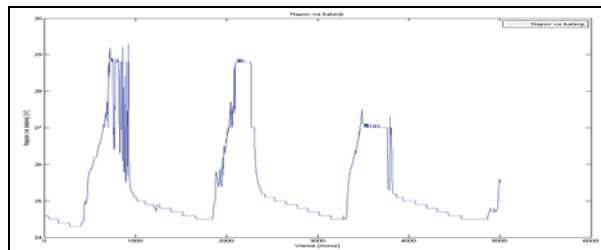


Slika 5. DC napon na izlazu panela i AC izlazu.

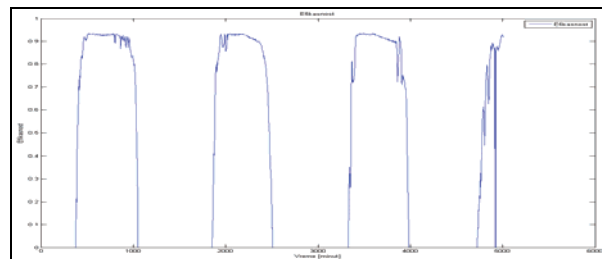
8. ZAKLJUČAK

Samostalni FN sistemi su veoma pogodna rešenja za snabdevanje električnom energijom u oblastima gde nema

izgrađene javne električne mreže ali i isplativa opcija ako sistem isporučuje električnu energiju u javnu elektrodistributivnu mrežu zbog podsticajnih „feed in“ tarifa. Prikazani samostalni sistem je pokazao dobre karakteristike i visoku efikasnost invertora (93%). Napon na baterijama je bio relativno stabilan, što ukazuje na mogućnost uspešne primene ovakvog rešenja za izolovane potrošače odgovarajućih snaga.



Slika 6. Napon na krajevima baterije

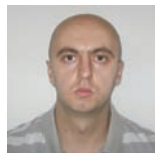


Slika 7. Efikasnost invertora Sunny Boy 1100

9. LITERATURA

- [1] *****, „Maintenance and Operation of Stand-alone Photovoltaic Systems”, Sandia National Laboratories Albuquerque, Albuquerque, USA. 1991.
- [2] James P. Dunlop, „Batteries and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaic Systems”, Florida Solar Energy Center, Florida, USA. 1997.
- [3] Tom Markvart, Luis Castafier, „Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications”, Elsevier Science Ltd., Kidlington/Oxford, UK, 2003.
- [4] Mukund R. Patel, „Wind and Solar Power Systems”, U.S. Merchant Marine Academy, Kings Point, New York, USA, 1999.
- [5] Trishan Esram, Patrick L. Chapman, „Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques”, Illinois University, Urbana, USA, 2007.
- [6] Arin Chakraverty, „Design and Implementation of a Grid-Tie Inverter“, M.S. Graduation Report, Case Western Reserve University, Cleveland, USA, 2011.

Kratka biografija:



Mijat Mijatović rođen je u Užicu 1985. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika odbranio je 2013.god.



Vladimir Katić rođen je 1954. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu 1991. godine. Od 2002. godine je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Oblasti interesovanja su energetske pretvarači, obnovljivi izvori energije i kvalitet električne energije

**REINŽENJERING APLIKACIJE “POGONSKO KNJIGOVODSTVO” ZA POTREBE
TERMoeLEKTRANA “NIKOLA TESLA”****A REENGINEERING OF THE OPERATIONAL BOOKKEEPING APPLICATION FOR
THE POWERPLANTS “NIKOLA TESLA” SYSTEM**

Dejan Subotić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je postupak reinženjeringa postojeće aplikacije “POGONSKO KNJIGOVODSTVO” koja je bila korišćena u preduzeću “Panonske termoeletrane”, a za potrebe termoelektrana “Nikola Tesla”. Pustupak reinženjeringa sproveden je u skladu sa metodologijom koja se oslanja na opšti model procesa reinženjeringa računarskih sistema - model potkovice. Prikazana je analiza postojeće aplikacije, korisničkih zahteva i dela šeme baze podataka, i opis izmena nad delom šeme baze podataka, kao i prilagođeno aplikativno rešenje.

Abstract – In the paper we present a process of the reengineering of an existing application “Propellant bookkeeping” that was used in the company “Panonske termoeletrane”, to be applied in the thermal power plants “Nikola Tesla”. The reengineering process was conducted in accordance with methodology which relies on a general model of reengineering process of computer systems – The horseshoe model. We present an analysis of the existing application, user requirements, and a part of the database schema, and the description of changes in the database schema, as well as the application solution.

Ključne reči: Reinženjering informacionih sistema. Pogonsko i finansijsko knjigovodstvo.

1. UVOD

Sistem SPA+ razvijen je od strane informatičkog društva “Energsoft AD” i u momentu pisanja ovog elaborata aktivno se koristio u preduzeću “Panonske termoeletrane” za potrebe poslovanja. SPA+ objedinjeno pokriva sve finansijske aspekte poslovanja jednog preduzeća. Postojala je potreba da se informacioni sistem SPA+ implementira u privrednom društvu “Termoeletrane Nikola Tesla” – TENT. Pored ostalih aplikacija, predviđena je implementacija aplikacije “POGONSKO KNJIGOVODSTVO”. Postojeća verzija sistema SPA+ sadržala je aplikaciju koja je podržavala sve aspekte upravljačkog (pogonskog) knjigovodstva, ali prilagođenu poslovanju preduzeća “Panonske termoeletrane”. Ovaj rad odnosi se na postupak reinženjeringa aplikacije “POGONSKO KNJIGOVODSTVO”. Cilj reinženjeringa aplikacije “POGONSKO KNJIGOVODSTVO” jeste da korisnicima aplikacije omogući evidentiranje i praćenje svih kategorija upravljačkog knjigovodstva koje postoje u privrednom društvu TENT.

NAPOMENA:

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

Pored navedenog, cilj uvođenja ove aplikacije u upotrebu jeste i značajno poboljšanje načina rada, evidencije i celokupnog poslovanja koje se odnosi na upravljačko knjigovodstvo u privrednom društvu TENT. Pored unapređenja poslovanja, pozitivni efekti koji se mogu očekivati su i značajno smanjenje vremena obrade podataka, kao i obima posla.

2. OPIS PROBLEMA

Problem koji se rešava u ovom radu jeste implementacija postojeće aplikacije “POGONSKO KNJIGOVODSTVO” u okviru informacionog sistema SPA+. U cilju rešavanja ovog problema, neophodno je sprovesti postupak reinženjeringa postojeće aplikacije. Potrebno je oblikovati metodu kojom će postupak reinženjeringa biti sproveden. Dostavljeni korisnički zahtevi za izradu aplikacije u termoelektranama “Nikola Tesla” su predstavljeni u poglavlju 3.3. U njemu su prikazani pojedinačni zahtevi korisnika koji definišu funkcionalnosti koje je aplikacija trebala da zadovolji.

2.1 Reinženjering softvera

Reinženjering [1] je ispitivanje i izmena datog sistema radi ponovnog konstituisanja u nekom novom obliku i kasnija implementacija tog novog oblika.

Proces reinženjeringa računarskih sistema obuhvata tri glavna koraka:

1. reverzni inženjering,
2. funkcionalno restrukturiranje i
3. progresivni inženjering.

Proces reverznog inženjeringa, u slučaju ovog rada, sproveden je u potpunosti poštujući korake definisane modelom potkovice. Prvo je analizirana postojeća aplikacija i šema baze podataka, a nakon toga je usledio postupak analize korisničkih zahteva koji su dostavljeni informatičkom društvu “Energsoft AD” pre izrade aplikacije za potrebe preduzeća “Panonske termoeletrane”.

Nakon ovog koraka sledio je proces restrukturiranja, koji je specifičan po tome što je sproveden tako da budu zadovoljeni potpuno novi korisnički zahtevi i projektne specifikacije preduzeća TENT. Nakon analize korisničkih zahteva prešlo se u fazu izmene postojeće šeme baze podataka. Implementacija programskog rešenja je prvo podrazumevala izradu prototipa na testnoj bazi podataka i proširenje testnog informacionog sistema.

Nakon izvršenih testiranja vršene su izmene prototipa i proširenja novim funkcionalnostima. Izrađeni prototip je bio iterativno proširivan i korigovan dok nisu bili zadovoljeni svi korisnički zahtevi.

2.2 Finansijsko knjigovodstvo

Knjigovodstvo [2] je evidentiranje finansijskih (poslovnih) promena. Pod tim promenama se podrazumevaju prodaja, kupovina, prihodi i rashodi od strane fizičkog ili pravnog lica, odnosno poslovne promene visine i/ili strukture imovine i kapitala. Pojam knjigovodstva ne treba mešati sa pojmom računovodstva. Računovodstvo je usmereno ka poslovnom odlučivanju. Knjigovodstvo predstavlja glavni deo računovodstva i čini računsku osnovu, jer ono obezbeđuje podatke koji se primenjuju u preostalim delovima računovodstva.

Svaka promena finansijske prirode mora se proknjižiti, tj. evidentirati.

2.3 Pogonsko knjigovodstvo

Pogonsko knjigovodstvo [3] daje odgovor na pitanja:

- u kojim organizacionim jedinicama se novac troši i
- po kom osnovu nastaju troškovi.

Za pogonsko (upravljačko) knjigovodstvo se u poslovnom i zakonskom rečniku često koristi termin "obračun troškova i učinaka". Učinak predstavlja rezultat aktivnosti preduzeća dok troškovi predstavljaju novčani izraz utrošenih dobara i usluga. U sklopu ovog knjigovodstva, sprovodi se procedura koja utvrđuje troškove koji su nastali u vezi sa određenim učinkom. Ta procedura naziva se kalkulacija cene koštanja.

Pogonsko knjigovodstvo obezbeđuje informacije internim korisnicima za potrebe planiranja, organizovanja i kontrole poslovnih aktivnosti. Finansijsko knjigovodstvo obezbeđuje informacije eksternim korisnicima i služi sagledavanju poslovnih rezultata, finansijskog položaja i uspešnosti. Ključna razlika je ta što finansijsko knjigovodstvo posmatra istorijske podatke i na osnovu njih pruža informacije, dok je pogonsko knjigovodstvo okrenuto ka informacijama o budućnosti firme. Regulativa u finansijskom knjigovodstvu je određena zakonom i internim dokumentima, dok je regulativa u pogonskom knjigovodstvu više okrenuta ka uputstvima korisnika i oslanja se na profesionalnu i zakonsku regulativu. Bitna razlika je i u predmetu posmatranja poslovnih promena. Dok se u finansijskom knjigovodstvu posmatraju podaci na nivou celine preduzeća, pogonsko knjigovodstvo pruža uvid u poslovne procese na nivou organizacionih celina, grupa proizvoda, i slično.

Svi troškovi vezuju se za odgovarajuće nosioce troškova.

Nosioci troškova mogu biti:

- Učinci preduzeća kao celine (gotovi proizvodi) i
- Učinci pojedinih delova preduzeća (usluge).

Konačni nosioci troškova su konačni učinci preduzeća namenjeni tržištu, tj. učinci koji imaju karakter robne proizvodnje, kao i učinci u vidu faktora procesa rada proizvedenih u preduzeću i aktiviranih na odgovarajućim računima sredstava.

Mesta troškova daju odgovor na pitanje gde nastaju troškovi i predstavljaju organizacioni deo preduzeća na kojem se obavljaju homogeni poslovi, tj. poslovi koji proizvode homogene učinke.

2.4 Zakonska regulativa

Zakonski propisi koji opredeljuju vođenje obračuna troškova i učinaka u preduzeću predstavljani su kroz bilansni kontni okvir.

Kontni okvir [4] je spisak svih računa koji se mogu koristiti prilikom evidentiranja finansijskih (poslovnih) promena. Računi su evidentirani i klasifikovani prema utvrđenim ciljevima, aktima i zakonima odgovarajućih vladinih institucija. Kontni okvir koji se primenjuje u preduzeću naziva se kontni plan. Njegova primena može biti obavezna ili fakultativna. Kontni okvir obezbeđuje jednoobrazno knjigovodstvo, što podrazumeva da sva preduzeća iste ekonomske grupe, sve srodne ekonomske promene beleže na istim računima. Računi su označeni brojevima i u zavisnosti od prve cifre računa svrstavaju se u kontne klase. Klasa konta predstavlja prvi cifru broja računa.

Na osnovu "Pravilnika o Kontnom okviru i sadržini računa u Kontnom okviru za privredna društva, zadruge, druga pravna lica i preduzetnike" [5] u Republici Srbiji kontni okvir regulisan je na sledeći način:

- Klase od 0 do 8 odnose se na finansijsko knjigovodstvo i
- Klasa 9 odnosi se na obračun troškova i učinaka (pogonsko knjigovodstvo).

3. OPIS REŠENJA PROBLEMA

3.1 Opis korišćenih tehnologija

Izmena postojećeg modela baze podataka je izvedena u *Oracle Designer* okruženju na *Oracle 11g* bazi podataka. Implementacija rešenja je izvršena uz pomoć alata *Oracle Designer* i alata *Toad for Oracle 9.0.1*.

Izabrani izveštaji implementirani uz pomoć alata *Oracle Reports Builder*.

Testiranje je izvršeno uz pomoć alata *Mozilla Firefox 17.0.1* na *Microsoft Windows XP* operativnom sistemu.

3.2 Analiza aplikacije „Pogonsko knjigovodstvo“

Aplikacija "POGONSKO KNJIGOVODSTVO" u preduzeću "Panonske termoelektrane" povezana je istim sistemom menija sa aplikacijom FINKO koja predstavlja aplikaciju za vođenje finansijskog knjigovodstva.

Pogonski obračun radi se jednom mesečno, na kraju svakog obračunskog perioda. Obračunski period je predstavljen poslednjim danom u mesecu. Pored sumiranja iznosa iz finansijskog knjigovodstva, pogonski računi služe i za evidenciju prihoda i rashoda koji su vezani za glavne nosioce troškova u preduzeću. Glavni nosioci troškova su konačni učinci preduzeća namenjeni tržištu ili učinci koji imaju karakter robne proizvodnje, a to znači da se mogu naći u prometu.

Praktično, ovo znači da jedna stavka finansijskog knjigovodstva proizvodi tri stavke u pogonskom knjigovodstvu. Način raspodele iznosa se vrši po unapred definisanim ključevima raspodele. Ključevi raspodele predstavljaju procentualni učinak određenog glavnog nosioca troška u ukupnom trošku proizvedenom na odgovarajućem mestu troška. Isto pravilo važi i za finansijske prihode.

Postojeća aplikacija nije mogla biti upotrebljena za potrebe preduzeća TENT jer se poslovni procesi preduzeća "Panonske termoelektrane" razlikuju od poslovnih procesa u TENT-u. Dodatno, organizacione celine preduzeća "Panonske termoelektrane" drugačije su strukturirane od organizacionih celina u TENT-u. Kako

pogonsko knjigovodstvo pruža uvid u poslovne procese na nivou organizacionih celina, logično je bilo pretpostaviti da algoritam pogonskog obračuna, koji je implementiran u preduzeću “Panonske termoelektrane”, neće odgovarati algoritmu pogonskog obračuna u TENT-u. Putem analize postojeće aplikacije, obezbeđen je uvid u konkretan način realizacije algoritma pogonskog obračuna u odnosu na poslovne procese u preduzeću “Panonske termoelektrane”. Dodatno, analiza je ukazala na potencijalne probleme prilikom implementacije aplikacije u preduzeću TENT.

3.3 Analiza korisničkih zahteva

Na osnovu prezentovanih modula za finansijsko i materijalno poslovanje, koji su takođe bili predmet implementacije informacionog sistema u TENT-u, stručni tim TENT-a definisao je zahteve za izradu aplikacije “POGONSKO KNJIGOVODSTVO”.

U nastavku je naveden deo preliminarnih korisničkih zahteva:

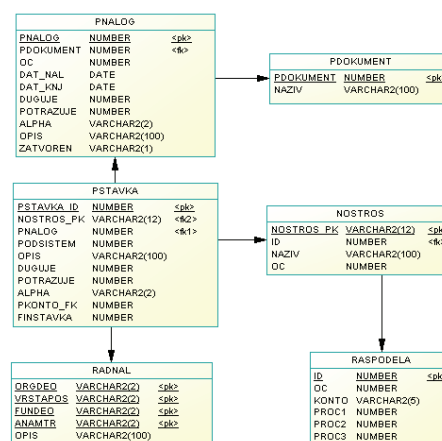
U pogonskom knjigovodstvu se preuzimaju podaci iz materijalnog i finansijskog knjigovodstva (grupe konta 51-55 i 61-65). Nosioci troškova su električna energija, tehnološka para i toplotna energija. Troškovi po mestu troška se alociraju na nosioce – po delovima preduzeća. Na osnovu stavki finansijskog knjigovodstva treba obezbediti automatska knjiženja u pogonskom knjigovodstvu - prenos troškova grupe konta 51-55 na mesta troška. Neophodno je obezbediti automatsku povezanost radnog naloga - mesta troška - konta (ispred svakog konta je grupa 92, 93 i 94). Na nosioce troška alociraju se troškovi sa grupa konta 92 i 93, dok su troškovi sa grupe konta 94 troškovi perioda i ne raspoređuju se na nosioce troškova. Mesta troška su nadređena postrojenjima, a postrojenja radnim nalogima. Potrebno je obezbediti unos ključeva raspodele troškova sa mesta troška A1 (1101), A2 (1102) i A5 (1105) na nosioce tehnološka para i toplotna energija. Obezbediti mogućnost izmene unetih ključeva na kvartalnom nivou. Naime, pri svakom kvartalnom obračunu utvrđuju se novi ključevi koji se uvek odnose na period od 1. januara tekuće godine do datuma bilansa. Kod svih mesta troška osim kod A1, A2 i A5, nosilac troška biće 100% električna energija.

3.4 Šema baze podataka

Na osnovu korisničkih zahteva zaključeno je da postojeća šema baze podataka ne podržava način poslovanja preduzeća TENT. Da bi se pristupilo projektovanju i implementiranju izmena koje bi podržale poslovnu logiku TENT-a potrebno je analizirati zatečenu šemu baze podataka, radi najefikasnijeg postupka projektovanja izmena. Na slici 1. prikazan je deo implementacione šeme zatečene baze podataka.

Analizom postojećih tipova entiteta i veza među njima zaključeno je da pojedini tipovi entiteta na sadrže sve informacije potrebne za podršku poslovnim procesima navedenim u korisničkim zahtevima.

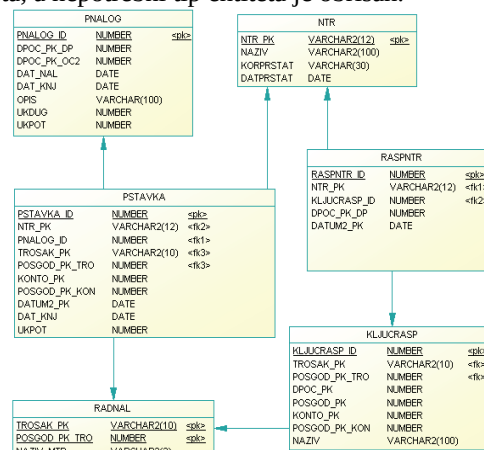
Takođe, uočeno je da se šema baze podataka može poboljšati uvođenjem novih tipova entiteta, izmenom starih i projektovanjem rešenja koje bi sadržalo veći stepen generičnosti i samim tim podržalo potencijalne buduće izmene u načinu poslovanja.



Slika 1. Deo implementacione šeme zatečene baze podataka

Na slici 2. prikazan je deo implementacione šeme nove baze podataka nakon izvršenih izmena nad tipovima entiteta koji su od najvećeg značaja za pogonski obračun. Tip entiteta “Pogonski dokument” uklonjen je iz šeme baze podataka, jer je način evidencije pogonskih dokumenata izmenjen.

Na zatačenoj šemi baze podataka izvršene su izmene nad postojećim tipovima entiteta, uvedeni su novi tipovi entiteta, a nepotrebni tip entiteta je obrisan.



Slika 2. Deo implementacione šeme nove baze podataka

3.5 Implementacija

Implementacija programskog rešenja podrazumevala je prvo izradu prototipa na testnoj bazi podataka i proširenje testnog informacionog sistema. Za izmene baze podataka, kao i za generisanje potrebnih aplikativnih modula, korišćen je alat *Oracle Designer*. Predviđeni izveštaji su izrađeni uz pomoć aplikacije *Oracle Reports Builder*.

Izmene modela podataka su podrazumevale kreiranje novih, izmenu postojećih i brisanje nepotrebnih tabela. Kreirana je tabela **KLJUCRASP**. Izmenjene su tabele **PNALOG**, **PSTAVKA**, **NTR**, **RASPNTR** i **RADNAL**. Obrisana je tabela **PDOKUMENT**. Pored dodavanja i brisanja atributa, nekim tabelama je promenjeno i ime. Glavni ekran aplikacije sadrži ukupno četiri stavke menija:

1. Dokument – za pregled rezultata pogonskog obračuna;
2. Obrada – za iniciranje pogonskog obračuna;
3. Izveštaj – za kreiranje odabranih izveštaja; i
4. Šifarnik – za ručni unos parametara pogonskog obračuna

3.6 Testiranje i uvođenje u upotrebu

Implementirana aplikacija prvobitno je bila realizovana na testnoj bazi podataka. Način testiranja aplikacije utvrđen je politikom firme i podrazumeva prvobitno testiranje novog rešenja na testnoj bazi podataka i testnoj aplikaciji od strane razvojnog tima, a zatim testiranje u realnim uslovima koje sprovede korisnici.

Najbitniju funkcionalnost aplikacije predstavlja procedura pogonskog obračuna. Kod svih ostalih modula bilo je potrebno proveriti da li se podaci sa ekranske forme ispravno prenose u bazu podataka. Prilikom implementacije procedure pogonskog obračuna bila je primenjivana tehnika regresivnog testiranja (eng. *Regression Testing*), kako bi se proverila funkcionalnost procedure i uočile greške.

Prilikom testiranja uočeni su određeni nedostaci ekranskih formi i izveštaja. Te izmene su se uglavnom odnosile na pozicije polja na ekranskim formama ili na nedostatak određenog parametra prilikom iniciranja generisanja izveštaja. Međutim, prilikom testiranja kao glavni nedostatak je označen deo procedure pogonskog obračuna koji nije bio u skladu sa algoritmom pogonskog obračuna u preduzeću TENT. Razlog za pogrešnu implementaciju dela algoritma delom leži u nejasno definisanim zahtevima od strane korisnika. Nakon konsultacije sa krajnjim korisnicima, uočena greška u algoritmu je uspešno otklonjena.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je postupak reinženjeringa aplikacije "POGONSKO KNJIGOVODSTVO" koja pripada informacionom sistemu SPA+.

Na početku postupka reinženjeringa aplikacije očekivani su problemi u implementaciji algoritma pogonskog obračuna. U toku postupka reinženjeringa postojeće aplikacije glavni problem predstavljala je faza funkcionalnog restrukturiranja. U ovoj fazi izvršene su izmene šeme baze podataka koje su omogućile da se algoritam pogonskog obračuna kasnije uspešno implementira.

Implementacija algoritma pogonskog obračuna vršena je iterativno sa ciljem očuvanja predhodno realizovanih funkcionalnosti. Glavni problem prilikom implementacije algoritma bio je u proveru validnosti podataka dobijenih obračunom. Nakon završene implementacije jedne iteracije bilo je potrebno proveriti da li su podaci, proizvedeni u tekućoj iteraciji, validni. Kako procedura pogonskog obračuna proizvodi veliku količinu finansijskih podataka, provera validnosti podataka oduzimala je puno vremena.

Ukoliko bi se u budućnosti realizovao sličan projekat, pristup kontroli finansijskih podataka bi mogao biti organizovan na drugačiji način. Validnost finansijskih podataka bi mogla da se proverava programskom procedurom koja ukazuje na nepravilnosti, ukoliko ih ima.

Nedostatak realizovane aplikacije jeste što podržava rad sa samo jednom vrstom algoritma pogonskog obračuna. Realno je očekivati da će u budućnosti doći do izmene poslovnih procesa, a samim tim i izmene algoritma pogonskog obračuna. Potencijalne izmene poslovnih procesa su jednim delom podržane načinom projektovanja

šeme baze podataka. Međutim, imajući u vidu kompleksnost sistema, realno je očekivati da u budućnosti može doći do promena koje neće moći biti podržane samo promenom parametara obračuna, već i ispravkom samog algoritma obračuna. U skladu sa ovim pretpostavkama, dalji pravci razvoja bi mogli biti:

1. dodatna parametrizacija algoritma pogonskog obračuna i
2. potpuna automatizacija pogonskog obračuna.

Dodatna parametrizacija algoritma podrazumevala bi da se korisniku omogući da definiše pojedine delove toka algoritma menjanjem podataka na ekranskoj formi. Potpuna automatizacija algoritma podrazumevala bi da se procedura pogonskog obračuna realizuje tako da se izvršava po unapred definisanom vremenskom rasporedu (jednom mesečno), bez potrebe da korisnici iniciraju pokretanje procedure.

5. LITERATURA

[1] Katedra za računarsku tehniku i informatiku, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu – Evolucija softvera
<http://rti.etf.bg.ac.rs/rti/ms1es/Predavanja/Uvod.ppt>, (datum pristupa: 2013-09-02)

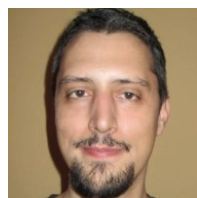
[2] Vikipedija – Knjigovodstvo,
<https://sr.wikipedia.org/sr/%D0%9A%D1%9A%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE>, (datum pristupa: 2013-09-04)

[3] Visoka poslovna škola strukovnih studija Novi Sad – Upravljačko računovodstvo,
www.vps.ns.ac.rs/nastavnici/Materijal/mat4000.ppt, (datum pristupa: 2013-09-05)

[4] Vikipedija - Kontni okvir,
<http://sr.wikipedia.org/sr/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BE%D0%BA%D0%B2%D0%B8%D1%80>, (datum pristupa: 2013-09-05)

[5] MFP – Ministarstvo finansija – Vlada Republike Srbije – Pravilnik o Kontnom okviru i sadržini računa u Kontnom okviru za privredna društva, zadruga, druga pravna lica i preduzetnike, 15.12.2006. godine
http://mfp.gov.rs/pages/article.php?&id=5645&change_la ng=ls, (datum pristupa: 2013-09-05)

Kratka biografija:



Dejan Subotić rođen je u Somboru 1987. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2006. god. Bečelor rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2010. god. Master rad iz iste oblasti odbranio je 2013. god.

SOLARNI KOLEKTORSKI SISTEMI ZA VELIKE POTROŠAČE TOPLE VODE

SOLAR COLLECTOR SYSTEMS FOR LARGE CONSUMERS OF HOT WATER

Vladimir Magerovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisan princip rada kolektorskih sistema. Izvršena je klasifikacija prijemnika solarne energije, solarnih kolektora. Rad je fokusiran na kolektorski sistem u opštoj bolnici u Zrenjaninu. Detaljno su opisane komponente sistema i njihov princip rada. Na kraju je data isplativost i efikasnosti ovih sistema.

Abstract – This paper describes the working principle of solar collector systems. The systems classification is given. The paper is focused on actual system in general hospital in Zrenjanin. System components are described with their operating principle. At the end, the efficiency and effectiveness of these systems are discussed.

Ključne reči: Solarna energija, Solarni kolektori, Kolektorski sistemi.

1. UVOD

Solarna energija je obnovljivi izvor energije. Energija zračenja Sunca koja godišnje dospeva do Zemljine površine je oko 170 puta veća od energije koju sadrže ukupne rezerve uglja u svetu. Sa gledišta energetike, sunčeva energija predstavlja resurs, koji je na raspolaganju za korišćenje i supstituciju značajnih količina konvencionalnih energetske oblika. Njeno ograničeno korišćenje je uzrokovano tehnološkim i ekonomskim problemima.

Sunčeva energija može imati značajno mesto u energetici jedne zemlje jer predstavlja obnovljiv i neiscrpan energetske resurs.

Obnovljivim izvorima energije se ne posvećuje ista pažnja u svetu. Može se slobodno reći da toj problematiki više pažnje posvećuje relativno mali broj zemalja - i to onih razvijenijih. Interesantno je da se energetske tehnologije bazirane na korišćenju sunčeve energije najviše razvijaju u tehnološki i ekonomski moćnijim zemljama. Za to postoje više razloga od kojih su najvažniji strateški, ekonomski i ekološki faktori.

Sa gledišta praktičnog korišćenja sunčeve energije, važna je količina energije koja dospeva na neku površinu u toku dana. Ta količina zavisi od geografske širine, godišnjeg doba, orijentacije prijemne površine i meteoroloških uslova.

Prva tri faktora su geometrijskog karaktera i postoje računski metodi njihovog tačnog određivanja. Međutim, meteorološki uslovi su promenljiv faktor i pouzdani se podaci mogu dobiti jedino dugogodišnjim merenjima.

NAPOMENA:

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

2. POTENCIJAL SOLARNE ENERGIJE U VOJVODINI

Broj sunčanih sati u Srbiji se kreće u proseku od nešto manje od 2.000 sati (na severu) do više od 2.300 sati (na jugu). To je veća vrednost nego u većini evropskih zemalja, međutim, solarni potencijal je neiskorišćen. Potencijal sunčeve energije predstavlja 16,7% od ukupno iskoristivog potencijala OIE u Srbiji. Energetski potencijal sunčevog zračenja je za oko 30% veći u Srbiji nego u Srednjoj Evropi. Prosečna dnevna energija globalnog zračenja za ravnu površinu u toku zimskog perioda kreće se između 1,0 kWh/m² na severu i 1,7 kWh/m² na jugu, a u toku letnjeg perioda između 5,4 kWh/m² na severu i 6,9 kWh/m² na jugu.



Slika 1. Solarna karta AP Vojvodine sa godišnjim zonama osunčanosti u kWh/m²

Prema softveru *Valentin Energie Software -TSol Pro 4.5* prosečna godišnja vrednost globalnog zračenja za horizontalnu površinu se kreće između 1.294 kWh/m² na severu Vojvodine i 1.335 kWh/m² na jugu Vojvodine, i 1.281 kWh/m² na zapadu do 1.294 kWh/m² na istoku Vojvodine. To pokazuje da je prema istom izvoru prosečna godišnja vrednost sunčevog zračenja na horizontalnu površinu - za teritoriju AP Vojvodine oko 1.300 kWh/m².

3. TOPLOTNA KONVERZIJA SUNČEVOG ZRAČENJA

Srbija kao veliki rasipnik električne energije, ima sansu da samo stednjom, racionalnom potrošnjom i povećanjem ukupne energetske efikasnosti dodje do viska električne energije bez gradnje novih proizvodnih elektroenergetskih kapaciteta. Na osnovu takvog stava dolazimo do

zaključka da nove elektrane treba da se grade i da ce skoro sva nova količina energije biti raspoloživa za izvoz. Postoje četiri glavna razloga zbog kojih u Srbiji treba pokrenuti sve raspoložive snage da bi se u vrlo kratkom periodu, koji je veoma važan za nas, značajno povećala primena solarne energije:

- Preko 55% energije troši se u domaćinstvima u Srbiji u obliku električne energije od čega dobar deo za zagrevanje sanitarne vode.
- Postiže se smanjivanje troškova za zagrevanje sanitarne vode za oko 60% do 70% u toku godine, što dovodi do rasterećenja kućnog budžeta.
- Povećava se zaposlenost u procesu istraživanja, proizvodnje, montaze i servisiranja solarne opreme.
- Postizanjem značajne primene solarne energije približavamo se preporukama EU o korišćenju obnovljivih izvora energije, među kojima Sunce ima značajnog udela.

3.1. Direktno i difuzno zračenje

Na putu kroz Zemljinu atmosferu zračenje Sunca slabi zbog interakcije sa molekulima gasova, koje čine atmosferu, kao i česticama koje se nalaze u atmosferi. Pri prolasku kroz atmosferu zračenje Sunca se odbija (reflektuje) od molekula jedno- i dvo- atomnih gasova (Ravleighovo raspršenje), kao i od čestica prašine i dima (aerosola). U interakciji sa molekulama tro- i više atomih gasova (H_2O , CO_2 , O_3 itd.) zračenje se delom reflektuje, delom apsorbuje, da bi se zatim ponovo emitovalo. Reflektovano zračenje nastavlja da se prostire u svim pravcima, pa se delimično vraća u svemir, a samo delom dospeva na Zemlju.

3.2. Optimalni nagib i orijentacija površine za prijem globalnog zračenja

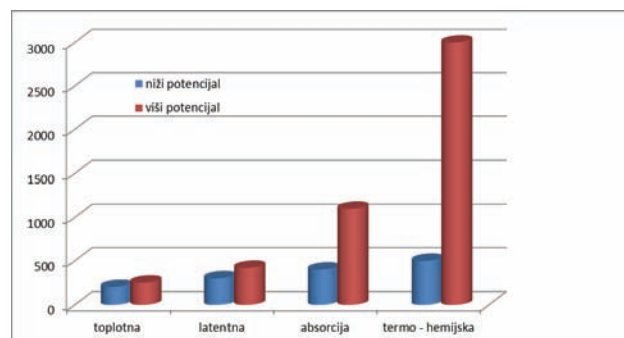
Usled promena ugla visine Sunca tokom dana, meseca i godine, na različitim lokacijama na Zemlji, menja se i vrednost dozračene energije koja dospeva na neku površinu. Na ozračivanje različito orijentisanih i nagnutih površina utiče više faktora, od kojih su najznačajniji astronomski, geografski, geometrijski, meteorološki i fizički faktori. Sa obzirom na to da danas u svetu postoji značajan broj aktinometrijskih stanica, koje godinama beleže podatke globalnog i difuznog zračenja na horizontalnu površinu, ovim metodama se proračunavaju srednje mesečne i godišnje sume globalnog zračenja na ravnu površinu, orijentisanu prema jugu pod različitim nagibima.

3.3. Metode skladištenja toplote

Osnovni problem pri upotrebi Sunčeve energije jeste neravnomernost protoka energije u odnosu dnevno – noćne i sezonske promene potrebne vrednosti energije.. Sunčeva energija koja nije dostupna u toku noći i zimi usled niske temperature i malog prinosa sunčevih zraka neophodno je da se skladišti, kako bi bila stalno dostupna 24 časa u toku dana, 365 dana u godini. Metode skladištenja mogu biti:

- Toplotni – klasičan toplotni rezervoar i skladištenje latentnom toplotom,

- Hemijski – skladištenje toplotne energije u hemijskim vezama i izmeni osobina,
- Termohemijski – spada i adsorpcija i
- Mehanički.



Slika 2. Dijagram potencijala skladištenja toplotne energije MJ/m³ za pojedine metode skladištenja

4. NAČIN MONTAŽE SOLARNIH KOLEKTORA

4.1. Sistem montaže „na krov“

Montaža na sve vrste krovova, pri čemu krov ostaje netaknut i vodonepropusan.

4.2. Sistem montaže „integracija u krov (solarni panel umesto crepa)“

Mogućnost montaže na sve vrste krovova, pri čemu deo krova u koji se širi integracija zameni solarni panel i time cini deo krova.

4.3. Sistem montaže „na ravan krov“

Kod montaže na ravan krov koristimo dodatnu konstrukciju, koju postavljamo na postojeći ravan krov. Konstrukciju je potrebno dobro pričvrstiti, zbog zaštite od vremenskih neprilika. Kod takvog načina montaže krov ostaje netaknut.

4.4. Sistem montaže „na balkonsku ili terasnu ogradu“

Mogućnost montaže SCHUCO solarnih panela (celija) na balkonsku ili terasnu ogradu pri čemu se ekonomično koristi prostor ograde te se pritom postiže lep dizajn balkona ili terase.

4.5. Sistem montaže „kao nadstrešnica“

Mogućnost montaže Heckert Solar solarnih panela kao nadstrešnica iznad ulaznih vrata ili dr. pri čemu se ekonomično koristi prostor te se takođe postiže lep dizajn objekta.

4.6. Sistem montaže „na fasadu objekta“

Solarne panele Hecker Solar HS-PXL moguće je montirati vertikalno na fasadu objekta, što daje poseban dizajn objektu. Vertikalna montaža solarnih panela omogućava maksimalan prijem sunčeve energije u zimskom periodu, jer je u to vreme sunce vrlo nisko.

4.7. Sistem montaže „samostojeći“

Na samostojeću montažnu konstrukciju vrlo se lako vertikalno postavi do tri vrste solarnih panela, u dužini od 18 metara. Za postavljanje konstrukcije nisu potrebni betonski temelji, nego se konstrukcija sama po sebi pričvršćuje u zemlju pomoću posebnih pričvršćivača.

5. TOPLOTNI SOLARNI KOLEKTORI

Kolektori su površine na kojima se odvija prijem i konverzija sunčevog zračenja u toplotnu energiju. U tom fizickom procesu dolazi do apsorpcije zračenja u materijalu od koga je napravljen kolektor. Apsorbovana energija se pretvara u kinetičku energiju elektrona što se manifestuje zagrevanjem materijala. Primljenu toplotnu energiju treba, pomoću nekog fluida koji je najčešće voda, glikol, ulje ili vazduh odvesti do skladišta toplote ili do mesta gde će se koristiti.

5.1. Tehnologije za korišćenje sunčeve energije

Tehnologije za korišćenje energije sunčevog zračenja baziraju na dva osnovna principa, i to:

- na korišćenju toplotnog dejstva sunčevog zračenja, pri čemu se energija sunčevog zračenja transformiše u toplotu.
- na korišćenju fotoelektričnog efekta, pri čemu se sunčeva svetlost direktno transformiše u električnu energiju.

5.2. Toplotni prijemnici sunčevog zračenja

Prijemnici kod kojih se energija Sunčevog zračenja direktno transformiše u toplotu su danas tehnički, tehnološki i ekonomski najjednostavniji i najprimenljiviji za široku upotrebu. U ovoj grupi se razlikuju dve osnovne vrste prijemnika – u zavisnosti od temperaturnog nivoa radnog medijuma koji se u njima može dostići:

- niskotemperaturni prijemnici,
- visokotemperaturni prijemnici.

5.2.1. Ravni–pločasti prijemnici sunčeve energije (PSE)

Niže temperaturni prijemnici Sunčeve energije zasnivaju se na koncepciji, koja omogućuje njihovu aplikaciju na različite objekte i na različite noseće konstrukcije. Zbog toga se tehnički izvode kao zasebne celine u čiji sklop ulaze neophodni elementi kao što su: transparent, apsorber, termička izolacija i odgovarajuće kućište koje hidroizoluje unutrašnjost PSE od dejstva spoljne sredine.



Slika 3. Ravni pločasti PSE

5.2.2. Integralni (integrirani) ravni – pločasti prijemnik sunčeve energije

Koncepcija tzv. "integralnih solarnih kolektora" bazira na potrebi obezbeđenja jednostavnijih i jeftinijih solarnih kolektora koji mogu u potpunosti obezbediti iste efekte grejanja vode ili vazduha kao i klasični tipovi konstrukcija solarnih kolektora. To se ostvaruje integriranjem funkcije solarnih kolektora i dela građevinskog objekta (fasade ili krovišta), tako što se vrši direktno formiranje solarnih kolektora na objektu, pri čemu deo objekta (zid ili krovište) predstavlja graničnu

površinu ovako formiranog solarnog kolektora. Efekti ovakve konstrukcije su obično dvostruki: poboljšava se termička karakteristika zida ili krovišta (smanjuju toplotni gubici) i obezbeđuje projektovana količina toplotne energije.

5.2.3. Vakuumski kolektori

Cevni vakuumski kolektori su većinom iz proizvodno-tehničkih razloga klasifikovani po formi, u red cevi. Pojas apsorbera pokriven selektivnim slojem sa povećanom apsorpcionom moći, pričvršćen je u toplotno i mehanički otpornoj staklenoj cevi. Toplotni gubici su znatno redukovani pomoću vakuuma među apsorberom i staklenom cevi.

6. KOLEKTORSKI SISTEM

6.1. Komponente kolektorskog sistema

Komponente kolektorskog sistema su:

- PSE – solarni kolektor,
- rezervoar za akumulaciju toplote u potrošnoj vodi,
- razmenjivač toplote,
- pumpno-pogonska grupa,
- automatika – solarni regulatori,
- cevna instalacija sa cevnom armaturom i
- ekspanzion posuda.

Kod manjih sistema, kao što je ovaj prikazan na slici, razmenjivač toplote i skladište toplote se nalazi u jednom uređaju solarnom bojleru. Za veće sisteme razmenjivači skladište toplote su zasebni tako da postoji potreba prinudne cirkulacije zagrejanog vode iz razmenjivača u skladište toplote – koje se odvija dejstvom pumpe kroz cevovod.

7. PRIMER PROJEKTA SISTEMA ZA ZAGREVANJE VODE OPŠTA BOLNICA "ĐORĐE JOVANOVIĆ" ZRENJANIN

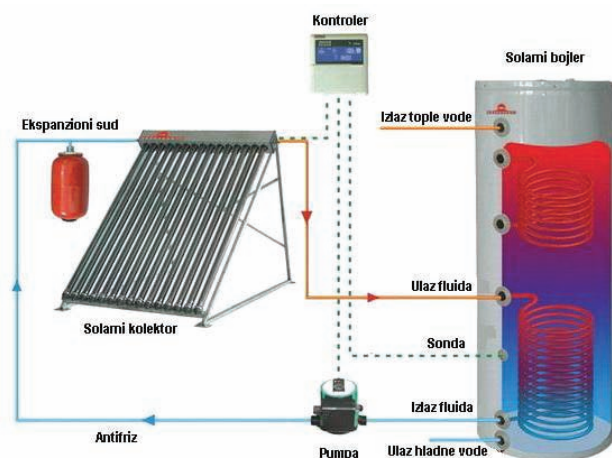
7.1. Opšti podaci kolektorskog sistema

Toplota dobijena iz solarnih kolektora koristi se za predgrevanje vode za potrebe Bolnice. Solarni kolektori su postavljeni na nosećoj konstrukciji iznad novoformiranog parkinga u krugu Bolnice. Kolektorsko polje čini 4 reda sa po 50 kolektora koji su cevovodom i najkraćim putem povezani sa energanom gde se nalazi ostala prateća oprema (pločasti razmenjivač toplote, akumulacioni bojler, pumpe i dr.).

7.2. Opis funkcionisanja kolektorskog sistema

Solarni kolektori su marke "Thermo Solar" iz Žiara u Slovačkoj. Ukupna površina 200 komada kolektora je 404.8 m², a neto apsorbujuća 348.4 m². Kolektori su povezani redno po 10 komada, a zatim takodje paralelno sistemom Tichelman". Tako su dobijena 4 reda sa po 50 kolektora. U primarnom krugu sistema medijum (Solaren Eko – tečnost koja nije škodljiva po ljude, sa niskom tačkom mržnjenja) se zagreva u solarnim kolektorima i cirkulacionom pumpom kroz cevovod dug 80 metara transportuje do pločastog izmenjivača u energani, u kojem se predgrevava hladna voda (iz sekundarnog kruga), koja se koristi za pripremu tople vode. Predgrevana hladna voda za pripremu tople vode akumulira se u rezervoaru

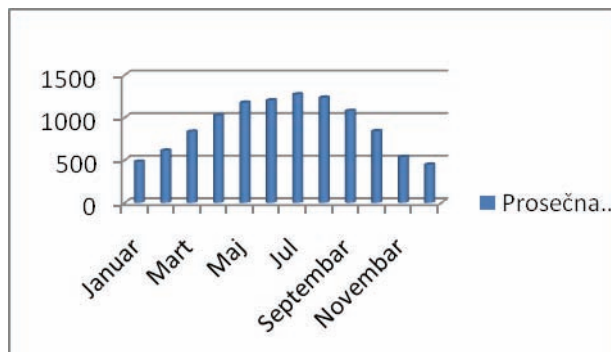
zapremine 10.000 litara, pri čemu se recirkulacija između izmenjivača i rezervoara obezbeđuje toplovodnom cirkulacionom pumpom. Iz akumulacionog rezervoara predgrevana voda se transportuje u postojeća dva rezervoara u kojima se vrši dogrevanje iz kotlarnice premapotrebi na 55 °C, odnosno na željenu temperaturu.



Slika 3. Principijalna šema kolektorskog sistema

7.3. Doprinosi sunčevog zračenja

Prosečni energetske efekti iz jedinice (1m^2) površine PSE prosečne konstrukcije, u značajnoj meri zavise, osim od konstruktivnih karakteristika, insolacionih i klimatskih uslova i od radnih uslova eksploatacije. Prosečna energetska efikasnost se kod PSE, sa selektivnim karakteristikama apsorbera i tečnošću kao radnim medijumom, kreće od 0,45 do 0,55. Na slici 3. dati su podaci za dnevno dobijenu količinu toplote, u kWh – za usvojenu površinu solarnih kolektora od neto 352m^2 .



Slika 3. Prosečna dnevna dobijena količina toplote u kWh

7.4. Isplativost solarnog postrojenja u Opštoj bolnici u Zrenjaninu

Prema ranije pomenutim podacima intenzitet sučevog zračenja u Zrenjaninu je cca 1000W/m^2 , efektivnost promene 60% i nagib kolektora 30%. Sunčeva energija, koja dospeva na vodoravnu ravan od 1m^2 kolektora dostiže vrednost od 1300kWh/god . To je jednako količini energije, koju je moguće dobiti sagorevanjem približno 120 litara dizel goriva ili 180m^3 zemnog gasa.

Prema tome i prema prethodno navedenom ukupnoj proizvedenoj toplotnoj energiji u toku jedne godine $Q_{uk}=287.461\text{kWh/god}$. se na godišnjem nivou uštedi 62.785m^3 , prema cenama u 2013 ušteda je 2.500.000 dinara ili približno 25.000 evra. Vrednost donacije za sistem je 154.954 EUR, a postavljanje noseće konstrukcije za solarne kolektore 2.580.504 dinara. Prema tome ovakav kolektorski sistem se isplati za malo više od 6 godina, ako se ne računa uloženi novac u noseću konstrukciju. Kompletna investicija i sa nosećom konstrukcijom iznosi oko 180.000 evra, prema tome kompletni sistem se isplati za 7 godina i 2 meseca.

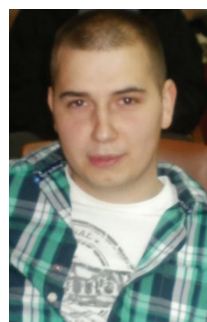
8. ZAKLJUČAK

S obzirom da je sunčeva energija sa tehničko-eksploatacionog gledišta – energetske resurs obnovljivog karaktera (transformisana sunčeva energija, koja se odvede od prijemnika sunčeve energije (PSE) se permanentno obnavlja u uslovima dejstva sunčevog zračenja) – ne može se govoriti o energetske resursu na način kako se to iskazuje kod drugih – obnovljivih izvora energije. Istraživanja i komercijalna primena u oblasti tehnologija za korišćenje sunčeve energije u procesima grejanja i proizvodnje električne energije – imaju u proteklom decenijama za rezultat – dovoljno pokazatelja i praktičnih iskustava – da se može reći da su ove tehnologije, uglavnom, prevazišle baznu istraživačku i eksperimentalnu fazu, te da su dostigle značajan stepen praktične primenljivosti i komercijalne zrelosti.

9. LITERATURA

- [1] Miroslav Lambić, "Studija o proceni ukupnog solarnog potencijala – solarni atlas i mogućnosti "proizvodnje" i korišćenja solarne energije na teritoriji AP Vojvodine"; NoviSad ; Septembar 2011.
- [2] Miroslav Lambić, "Mogućnost korišćenja sunčeve energije"; Kula ; 2011.

Kratka biografija:



Vladimir Magerovski rođen je u Sremskoj Mitrovici 1988.godine. Srednju Elektrotehničku školu Nikola Tesla završio je 2007 god. Nakon završene srednje škole upisuje se na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek elektrotehnika i računarstvo, energetika, energetska elektronika i električne mašine. Master rad odbranio je oktobra 2013 godine.

APLIKACIJA ZA VIZUALIZACIJU PODATAKA SA FOTONAPONSKE ELEKTRANE FTN**APPLICATION FOR VISUALIZATION OF THE DATA FROM PHOTOVOLTAIC POWER PLANT FTN**Smilja Tomić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

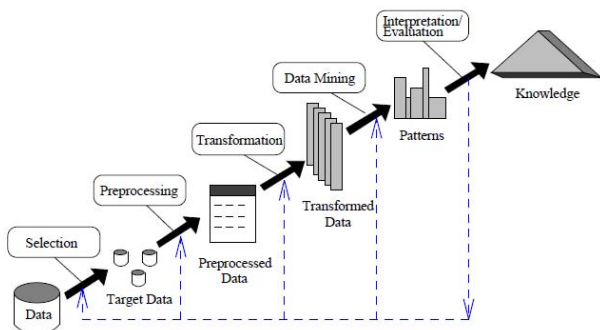
Kratak sadržaj – U radu je opisana aplikacija za vizualizaciju podataka fotonaponske elektrane FTN. Aplikacija je realizovana u programsko jeziku Java, a za vizualizaciju podataka korišćeni su grafikoni koji su realizovani uz pomoć JFreeChart[1] biblioteke. Ulazni podaci koji se generišu na fotonaponskoj elektrani smeštaju se u CSV fajlove, a deo aplikacije je zadužen za njihovo smeštanje u bazu podataka. Za bazu je izabrana MySQL baza podataka.

Abstract – This paper describes the application for data visualization of photovoltaic plant FTN. The application is implemented in Java and for the visualization of data are used the charts that are implemented using JFreeChart library. Photovoltaic plant generates input data that are placed in CSV files and part of the application is responsible for saving them in database. MySQL database is used in the application.

Cljučne reči: vizualizacija podataka, Java, JFreeChart.

1. UVOD

U današnje vreme dostupne su velike količine podataka u svim oblastima. Takvi podaci predstavljaju bogate izvore za otkrivanje znanja i podršku u odlučivanju, jer se često u podacima nalaze i "skriveni" podaci koji nisu lako uočljivi. Istraživanje podataka, koje predstavlja centralni deo procesa otkrivanja znanja iz baze podataka, kao što je prikazano na Slici 1 omogućava identifikaciju zanimljivih šablona u podacima i dolaženje do novih korisnih informacija.



Slika 1.. Proces otkrivanja znanja iz baze podataka

U praksi postoje dva osnovna cilja kojima teži istraživanje podataka, predikcija i deskripcija.

NAPOMENA: Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Zora Konjović.

Predikcija koristi neke varijable da predvide nepoznate ili buduće vrednosti drugih varijabli, a deskripcija podrazumeva nalaženje oblika opisa podataka koje ljudi mogu da interpretiraju.

Važan deo oblasti istraživanja podataka je i ispitivanje podataka. Cilj ispitivanja podataka su preliminarna istraživanja kako bi se bolje razumele karakteristike podataka i sistema nad kojim se vrši istraživanje. Ispitivanje podataka je poznato pod nazivom Eksplorativna analiza podataka ili EDA. Eksplorativnu analizu podataka je osmislio statističar John Tukey. U ovoj oblasti ključan element je vizualizacija podataka, što je i tema ovog rada.

Vizualizacija podataka predstavlja prikazivanje opaženih veličina pomoću kombinovane upotrebe tačaka, linija, koordinatnog sistema, brojeva, simbola, reči, senki i boja [3].

Kako bi vizualizacija bila što kvalitetnija i kako bi vizualizovani podaci bili jasniji čoveku, neophodno je obratiti pažnju na sledeće:

- **Uređenost.** Uređenost objekata je od velike važnosti za razumevanje podataka i lako uočavanje šablona.
- **Izbor atributa.** Preslikavanje podataka u grafičke elemente koristeći sve attribute, često dovodi do toga da vizualizacija bude nepregledna. Bolje je gledati podatke kroz manji broj atributa, što zahteva izbor podskupa atributa kroz koje ćemo posmatrati sve podatke. Tehnike koje se koriste za rešavanje ovog problema često pripadaju dimenzionalnoj redukciji.
- **Izbor tehnike/grafičkih elemenata za vizualizaciju.** Cilj je da se izabere tehnika vizualizacije kojom bi se prikazali najinteresantniji odnosi između različitih objekata na osnovu njihovih atributa. Sama vizualizacija bi trebalo da sačuva odnose između različitih objekata i prikaže ih na ljudski najuočljiviji i najintuitivniji način, što nije uvek jednostavno. Tehnike vizualizacije koje će se primeniti nad nekim podacima dosta zavise od prirode podataka, i često se za određen tip podataka prave specijalizovane tehnike i specijalizovani grafički elementi. Ipak, postoje standardne tehnike i grafički elementi koji mogu da se koriste u većini situacija. Neki od standardnih grafikona su sledeći [3]:
- **Stubni (bar) grafikoni** obično prikazuju različite vrednosti jedne promenljive. Složenije

varijante bar grafikona omogućavaju uporedan prikaz više promenljivih.

- **Linijski grafikoni.** Najčešće x – osa na ovim grafikonima predstavlja vreme i u tom slučaju se na vrlo jednostavan način prikazuje zavisnost promenljive u vremenu.
- **Oblasni grafikoni** su bazirani na linijskim grafikonima i koriste boju ili teksturu za vizuelno poređenje devedu ili više kvantitativnih veličina.
- **Kružni grafikoni** najčešće se koriste za poređenje podataka. Oni daju vrlo jasnu sliku o distribuciji podataka.
- **Prstenasti grafikoni** su slični kružnim i služe za vizualizaciju distribucije skupa podataka.
- **Tačkasti grafikoni** se najčešće koriste da bi se uočila veza između atributa ili da se otkriju informacije kao što su trendovi u podacima koji nisu lako uočljivi kada su u tabeli.
- **Mehurasti grafikoni** su slični tačkastim grafikonima. Njihova prednost u odnosu na tačkaste je da prikazuju više dimenzija podataka koristeći boje, veličine, texture i na taj način u dvodimenzionalnom prostoru prikazuje više dimenzija podataka.
- **Stabla** se koriste kada želi da se prikaže stroga hijerarhija među podacima.
- **Dijagrami** služe za predstavljanje veze između različitih čvorova ili tačaka. Njihova svrha je da prikažu koji čvorovi su međusobno povezani.
- **Mape** se koriste kada se podaci odnose na određenu prostornu lokaciju. Prednost im je što direktno prikazuju realnu sliku sveta, a nedostatak što ponekad mogu biti teške za čitanje.)

2. FOTONAPONSKA ELEKTRANA FTN

2.1. Komponente fotonaponske elektrane

Fotonaponska elektrana za koju je rađena aplikacija je FN elektrana „FTN Novi Sad”. Komunikacijski sistem ove fotonaponske elektrane sastoji se iz tri komponente kao što je prikazano na Slici 2 [4].



Slika 2. Blok šema komunikacije u elektrani

Komponente fotonaponske elektrane su:

1. Centralni komunikacioni interfejs **Sunny WebBox** koji ostvaruje vezu između solarnih ploča i operatera. Pored toga, on prikuplja i dokumentuje podatke sa povezanih uređaja i time omogućava neprekidan nadzor. Podaci se beleže na svakih 5 minuta i smeštaju se u CSV fajlove.
2. **Invertor** Sunny Tripower 8000TL (STP 8000TL - 10) proizvođača “SMA Solar Technology AG” vrši konverziju jednosmerne električne energije u naizmenničnu.
3. **Senzorska stanica** SUNNY SENSORBOX proizvođača “SMA Solar Technology AG” sa odgovarajućim eksternim senzorima prikuplja informacije o okruženju fotonaponskog sistema koji mogu poslužiti u monitoringu preformansi rada.

2.2. Podaci za vizualizaciju

Podatke koje treba vizualizovati skladišti komponenta SunnyWeb Box u CSV fajlovima. Ti fajlovi, koji sadrže zaglavlje na osnovu koga se izdvajaju metapodaci za svaki atribut prikupljenih podataka (modul kome pripada, jedinica i tip) i same podatke, predstavljaju ulazne podatke za aplikaciju koja je realizovana u master radu. Fajlovi se generišu na nivou dana. Primer dela CSV fajla koji sadrži i zaglavlje dat je u Tabeli 1.

Tabela 1. Primer dela CSV fajla sa zaglavljem

	FTN NOVI SAD Sunny WebBox	FTN NOVI SAD Sunny WebBox	FTN NOVI SAD Sunny WebBox	FTN NOVI SAD Sunny WebBox
	WebBox-20	WebBox-20	WebBox-20	WebBox-20
	Total yield	Number of grid connections	Operating time	Feed-in time
	Counter	Counter	Counter	Counter
dd.MM.yyyy HH:mm		kWh	h	h
01.09.2012 00:00	10460,14	346,00	3632,33	3533,56

3. APLIKACIJA ZA VIZUALIZACIJU PODATAKA FOTONAPONSKE ELEKTRANE FTN

Aplikacija preuzima podatke iz CSV fajlova i skladišti ih u bazu podataka radi lakše manipulacije. Nakon toga podaci su dostupni delu aplikacije koji služi za vizualizaciju. Aplikacija se sastoji od dva modula:

- Modula za kreiranje i ažuriranje baze podataka
- Modula za vizualizaciju podataka

3.1. Modul za kreiranje i ažuriranje baze podataka

Modul za kreiranje i ažuriranje baze podataka (**FNEDatabase**) preuzima podatke iz CSV fajlova koje kreira Sunny WebBox i skladišti ih u bazu podataka. Svaki CSV fajl ima zaglavlje u kom su definisane karakteristike parametra koji se prate, odnosno podataka skladištenih u njemu. Svaki parametar je opisan sledećim karakteristikama:

- **Modul** predstavlja komponentu fotonaponske elektrane koja generiše određene podatke koji se zatim skladište putem komponente Sunny WebBox. Svaki Modul opisan je svojim identifikacionim brojem i imenom koji se definišu pri kreiranju baze podataka i u bazi se skladište u tabeli **Modul**.
- **Jedinica mere** - Svakom podatku odgovara jedinica mere koja je definisana u zaglavlju CSV fajla. Sve jedinice mere definisane su u tabeli baze sa imenom **Jedinica mere** i opisane su imenom i identifikacionim brojem.
- **Tip** – Podaci mogu da pripadaju jednom od tri tipa koji su do sada definisani (analogni/digitalni/status). Tipovi podataka skladište se u tabeli baze sa imenom **Tip**.

Svaki parametar, zajedno sa gore navedenim karakteristikama, u sistemu predstavlja **Atribut**. Atribut takođe ima definisano ime, verziju i datum od kad važi.

Za kreiranje i ažuriranje baze podataka administrator ima na raspolaganju sledeće funkcije:

- Kreiranje metapodataka
- Izmena metapodataka
- Dodavanje metapodataka
- Brisanje metapodataka
- Kreiranje tabele sa podacima
- Ažuriranje atributa
- Oporavak baze
- Restor baze

3.2. Modul za vizualizaciju

Modula za vizualizaciju (**FTN-FNE**) je realizovan kao desktop aplikacija koja je namenjena vizualizaciji podataka fotonaponske elektrane i to na način koji je najpogodniji za krajnjeg korisnika. Ulaz u modul su podaci koje **FNEDatabase** aplikacija smešta u bazu.

Korisniku su na raspolaganju sledeće funkcije:

- Prikaz trenutnog stanja izabranog seta parametara;
- Prikaz odabranih podataka u tabelarnom obliku;
- Prikaz odabranih podataka u grafičkom obliku;
- Prikaz pojedinačnih parametara u vremenu;
- Paralelan prikaz više parametara u vremenu;
- Zumiranje;
- Odabir intervala prikaza podataka (dnevni, višednevni nivo);
- Promena renderera (linije, barovi, tačke);
- Kretanje kroz istoriju podataka preko *next/back* mehanizma i skoka na odabran datum;
- Prikaz kombinovanih grafikona koji omogućavaju prikaz zavisnosti između dva ili više parametara.

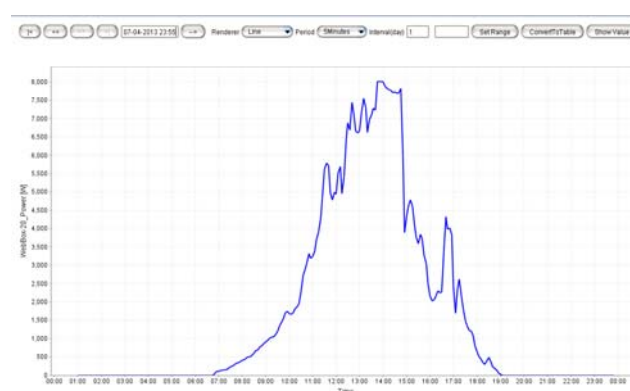
Korisnik može da bira koje attribute želi da vizualizuje i način vizualizacije. Može da bira između tabelarnog i grafičkog pristupa. Takođe grafički pristup je prilagođen potrebama korisnika i poseduje dodatne funkcije za lakši uvid u podatke. Tu spadaju promena tipa prikaza podataka (linija, tačke, barovi), promena posmatranog intervala (može da bira da li želi da posmatra podatke na dnevnom/nedeljnom/mesečnom/godišnjem nivou).

Pored jednostavnih grafikona koji prikazuju podatke iz baze, aplikacija poseduje i mogućnost obrade podataka iz baze i prikaz rezultata obrade. Na primer, korisnik može da bira šta želi da mu bude prikazano na x i y osi, da li će to biti neke vrednosti parametara, ili određene kombinacije parametara.

3.3. Primer korišćenja modula za vizualizaciju

Kako je osnovni zadatak aplikacije vizualizacija podataka fotonaponske elektrane, realizovani su različiti grafikon koji omogućavaju prikaz podataka elektrane na način koji odgovara zahtevima krajnjeg korisnika. U ovom odeljku dati su karakteristični primeri korišćenja modula za vizualizaciju.

Na slikama 3, 4 i 5 prikazani su grafikon vremenske zavisnosti. Pri tome, slika 3 ilustruje prikaz jednog atributa, a slike 4 i 5 istovremeni prikaz više atributa.



Slika 3. Grafikon vremenske zavisnosti za pojedinačni atribut

U slučaju prikaza više atributa, atributi mogu da se prikazu na odvojenim dijagramima ili na istom dijagramu. Slika 4 ilustruje prikaz više atributa na odvojenim dijagramima.



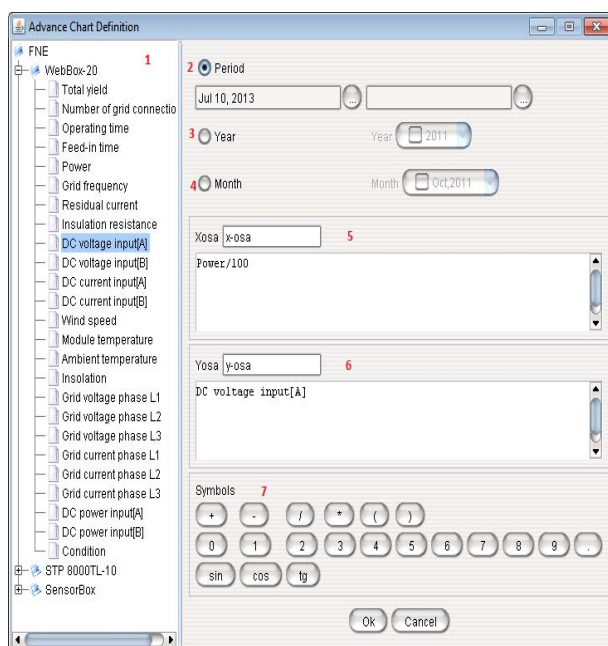
Slika 4. Prikaz više atributa na odvojenim dijagramima

Na slici 5 ilustrovan je prikaz više atributa na istom dijagramu.

Kao što je u prethodnom odeljku pomenuto, aplikacija podržava i konfigurisanje grafičkog prikaza. Slika 6 prikazuje formu za definisanje različitih grafikona.

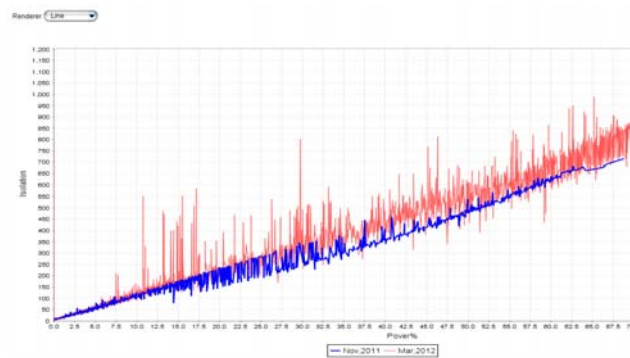


Slika 5. Prikaz više atributa na istom dijagramu



Slika 6. Forma za definisanje grafikona

Grafikoni mogu a ne moraju biti vremenski zavisni i mogu obuhvatati različite periode (zadat interval/mesece/godine). Na slici 7 prikazan je grafikon odnosa snage i insolacije za dva meseca (Novembar 2011 i Mart 2012).



Slika 7. Prikaz odnosa snage i insolacije za mesece Novembar 2011 i Mart 2012

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je aplikacija koja omogućuje skladištenje podataka Fotonaponske elektrane FTN u relaciju bazu podataka i vizualizaciju skladištenih podataka. Kroz realizovanu aplikaciju omogućeni su osnovni načini vizualizacije koji omogućuju praćenje rada elektrane. Korisnicima je omogućeno da u svakom momentu imaju uvid u trenutno stanje elektrane, a pregledom istorijskih podataka omogućen im je uvid u njeno ponašanje u određenom vremenskom intervalu. Aplikacija pruža vizualizaciju podataka na način kako je krajnjem korisniku najprirodnije; poseduje one funkcije koje je krajnji korisnik definisao i te funkcije su korisniku dostupne na jednostavan način. Aplikacija poseduje samo ograničen podskup funkcionalnosti (komponente za vizualizaciju) standardnih alata za istraživanje i analizu podataka. Ukoliko bi se javila potreba za sofisticiranom analizom podataka, činjenica da su podaci uskladišteni u relaciju bazu bi olakšala korišćenje nekog od kompleksnijih alata za istraživanje i analizu podataka, poput alata RapidMiner [2].

U ovom stadijumu razvoja aplikacija je primenljiva samo na konkretnu fotonaponsku elektranu, to jest Fotonaponsku elektranu FTN. S obzirom da aplikacija poseduje modul za kreiranje i ažuriranje baze podataka, uz određena proširenja aplikacija bi se mogla generalizovati tako da bude primenljiva i na druge fotonaponske elektrane.

5. LITERATURA

- [1] Gilbert, D. jfreeChart - The JFreeChart Class Library, Version 1.0.13, Developer Guide, May 11, 2009
- [2] RapidMiner, <http://rapid-i.com/>
- [3] Laumans, J. An introduction to visualing data, <http://piksel.com/wp-content/uploads/2009/01/visualizingdata.pdf>
- [4] Glavni projekat električne instalacije fotonaponske elektrane FTN Novi Sad, FTN, CRESPO, Novi Sad

Kratka biografija:

Smilja Tomić rođena je 1987. godine u Rumi. Gimnaziju „Stevan Puzić“ u Rumi je završila 2006. godine. Iste godine upisala se na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, studentski program Računarstvo i automatika. Završila je osnovne studije 2010 i iste godine upisala je master studije takođe na Fakultetu tehničkih nauka smer Primenjene računarske nauke i informatika.

ANDROID KLIJENT ZA ODRŽAVANJE KOMPONENTI DISTRIBUTIVNE MREŽE

ANDROID CLIENT FOR THE MAINTENANCE OF DISTRIBUTION SYSTEM COMPONENTS

Smiljana Janjić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prezentovana je „Low Voltage Client“ aplikacija pisana za Android platformu u programskom jeziku Java u Eclipse razvojnom okruženju. Aplikacija omogućava evidentiranje i vizualnu prezentaciju niskonaponskih objekata elektrodistributivne mreže. Autentifikacija korisnika na sistem se vrši putem svojeručnog potpisa. Vizualizacija objekata je omogućena korišćenjem Google mape, dok se prikupljanje prostornih podataka vrši kombinovanjem mrežnog i GPS pozicioniranja.

Abstract – This paper presents the "Low Voltage Client" application written for the Android platform in the Java programming language in the Eclipse development environment. The application enables the recording and visual presentation of objects of low voltage power distribution network. User authentication on the system is done via a handwritten signature. Visualization of objects is possible using Google maps, while the spatial data collection is done by combining network and GPS positioning.

Cljučne reči: Android, Java, Eclipse, Google mapa, mrežno i GPS pozicioniranje

1. UVOD

U poslednjih nekoliko godina, moćni smart telefoni i tablet uređaji su postali sve zastupljeniji izbor za potrošače. Proizvođači uređaja razvijaju moćne, moderne i raznovrsne mobilne uređaje sa više memorije, procesorske snage i naprednih hardverskih karakteristika. Ovaj trend pruža programerima velike mogućnosti za stvaranje inovativnih mobilnih aplikacija.

Trenutno, na tržištu mobilnih uređaja postoji nekoliko konkurentskih softverskih kompanija za izradu mobilnih aplikacija kao što su: Nokia (Symbian OS), Microsoft (Windows Mobile OS) Apple (iPhone OS), RIM (Blackberry OS), Google (Android OS) i drugi.

Za razliku od potpune kontrole koju mnoge kompanije imaju nad svojim platformama, Google je svoju platformu načinio slobodnom i omogućio proizvođačima uređaja jednostavnu modifikaciju operativnog sistema.

Na raspolaganju je bogat skup alata za kreiranje aplikacija koje osim odličnog vizualnog identiteta na najbolji način koriste mogućnosti hardvera.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, redovni profesor.

Android omogućava kreiranje kreativnih aplikacija sa odličnim korisničkim iskustvom i njihovu distribuciju na otvorenom tržištu. Zbog niza pomenutih prednosti, za implementaciju „Low Voltage Client“ aplikacije odabrana je Android platforma.

2. KORIŠĆENE TEHNOLOGIJE

Za implementaciju rešenja je bilo neophodno upoznati se sa brojnim tehnologijama koje su korišćene u izradi programskih komponenti, funkcionalnosti koje pružaju i načina njihove međusobne komunikacije.

2.1. Android operativni sistem

Android operativni sistem je prevashodno razvijen kao programska platforma za mobilne telefone, da bi kasnije postao prilagođen i drugim sistemima kao što su *tablet*, *laptop* i *notebook* računari. Sa tehničke strane Android predstavlja Linux operativni sistem razvijen za ARM i x86 arhitekturu. Osnovna komponenta za izradu aplikacija je Android SDK (eng. *Software Development Kit*) koja sadrži skup razvojnih alata koji uključuju program za uklanjanje grešaka, biblioteke, emulator uređaja, dokumentaciju, primere koda i tutorijale [1].

2.2. Web servisi

Web servisi su programske komponente koje omogućavaju pravljenje skalabilnih, slabo povezanih i platformski nezavisnih aplikacija. Infrastruktura web servisa se bazira na određenim standardima kao što su SOAP (eng. *Simple Object Access Protocol*), WSDL (eng. *Web Service Description Language*) i UDDI (eng. *Universal Description, Discovery and Integration*) [2].

SOAP je komunikacioni protokol baziran na XML-u (eng. *Extensible Markup Language*) za razmenu informacija između računara bez obzira na njihov operativni sistem, programsko okruženje ili objektni model.

WSDL je jezik za opis web servisa. Predstavlja ugovor između klijenta i web servisa na osnovu koga se definiše šta tačno servis pruža klijentu i na koji način se vrši razmena podataka između njih.

UDDI predstavlja globalni direktorijum za registrovanje, pronalaženje i korišćenje web servisa.

2.3. CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*)

CORBA je objektno orijentisana distribuirana arhitektura koja omogućava međusobnu komunikaciju aplikativnih komponenti pisanih u različitim programskim jezicima, koje se izvršavaju unutar različitih procesa bilo na istom ili različitim računarima [3].

2.4 JNI (Java Native Interface)

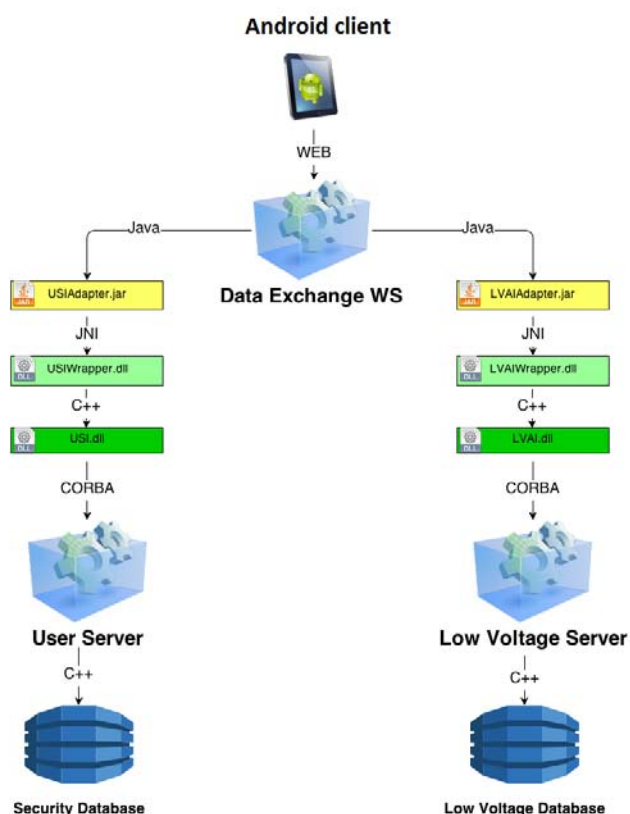
Java lokalni interfejs predstavlja programsko okruženje koje omogućava da Java kod koji se pokreće iz Java virtualne mašine poziva i bude pozvan od strane matičnih (*native*) aplikacija (programi specifični za određeni hardver i operativni sistem) i biblioteka pisanih u drugim programskim jezicima kao što su: C, C++ i Asembler.[4]

2.5 Google maps

Google Maps je tehnologija besplatnih digitalnih mrežnih karata, koja čini osnovu mnogih servisa i usluga kao što su: pregled satelitskih snimaka, planiranje trase putovanja, lokacija traženih mesta itd. Dopušta jednostavnu implementaciju na različitim web stranicama, kombinovanje sa drugim aplikacijama, razvoj dodataka i prilagođavanje specifičnim potrebama korisnika. [5]

3. ARHITEKTURA SISTEMA OPISANA PO SLOJEVIMA

Struktura celokupnog sistema servisno je orijentisana, slojevita i raznolika u pogledu tehnologija pomoću kojih su implementirane gradivne komponente. Sistem je dekomponovan na nekoliko logičkih slojeva izdvojenih na osnovu uloge koju obavljaju u sistemu. Višeslojna arhitektura sistema omogućava transparentno povezivanje klijenskog sloja sa različitim izvorima podataka na različitim platformama. Na slici 1 je prikazana arhitektura celokupnog sistema.



Slika 1 – Arhitektura sistema

Klijentski sloj predstavlja najviši sloj u hijerarhiji koji je u direktnoj interakciji sa krajnim korisnikom. Ovaj sloj omogućava upravljanje korisničkim interfejsom i izvršavanje dela aplikativne logike.

Takođe, omogućava prezentaciju informacija korisniku kao i prihvatanje komandi od strane korisnika i njihovo

prosleđivanje ka nižim slojevima u sistemu. Osnovna komponenta ovog sloja je „*Low Voltage Client*“ aplikacija.

Aplikativni sloj predstavlja sloj za obradu podataka. Sastoji se od *Data Exchange Web Service*-a koji predstavlja SOAP web servis čija je uloga rasterećenje klijenskog sloja izvršavanjem najvećeg dela aplikativne logike i mogućnost njegovog povezivanja sa ostatkom sistema. Aplikativni sloj preuzima podatke od klijenta, obrađuje ih, validira i prosleđuje ka nižim slojevima u sistemu. Na ekvivalentan način, preuzima podatke od nižih slojeva, obrađuje ih i dostavlja klijentu. Komunikacija između *Android* klijenta i *Data Exchange WS* se odvija putem SOAP protokola, razmenom poruka u SOAP formatu.

Komunikacioni sloj predstavlja sponu između aplikativnog sloja implementiranog u Java programskom jeziku i sloja za pristup podacima (*User Server*, *Low Voltage Server*) implementiranog u C++-u.

Komunikacija između *Data Exchange WS* i *Low Voltage Server*-a se odvija upotrebom komponenti koje služe da pomire njihovu različitost u pogledu programskog jezika i tehnologije u kojoj su implementirani.

LVAIAdapter.jar (eng. *Low Voltage Android Interface Adapter*) komponenta pisana u formi biblioteke u programskom jeziku Java, bazirana na JNI tehnologiji. Njena osnovna uloga je ostvarivanje komunikacije između klijenata implementiranih u Java programskom jeziku i *Low Voltage Server*-a pisanog u C++-u.

LVAI.dll (eng. *Low Voltage Android Interface*) komponenta pisana u C++ programskom jeziku bazirana na CORBA tehnologiji. Služi kao programski dodatak za različite klijente. Pisana je u formi dinamički povezane biblioteke (eng. *Dynamic-Link Library*). Svrha ove komponente je mogućnost ograničenja pristupa klijentima ka *Low Voltage Server* funkcionalnostima i bezbedno izvršavanje njihovih zadataka.

LVAIWrapper.dll (eng. *Low Voltage Android Interface Wrapper*) je komponenta pisana u C++ programskom jeziku i bazirana na JNI tehnologiji. Predstavlja omotač (eng. *wrapper*) koji služi kao spona između *LVAIAdapter.jar* i *LVAI.dll* komponente i omogućava mapiranje svih javinih struktura na C++ strukture. Pisana je u formi dinamički povezane biblioteke. Svrha ove komponente je integracija Java lokalnog interfejsa i C++ *LVAI.dll* interfejsa.

Komunikacija *Data Exchange WS* i *User Server*-a se odvija na isti način kao sa *Low Voltage Server*-om. Komunikacione komponente na strani *User Server*-a (*USIAdapter.jar*, *USIWrapper.dll*, *USI.dll*) su ekvivalentne komponentama na strani *Low Voltage Server*-a (*LVAIAdapter.jar*, *LVAIWrapper.dll*, *LVAI.dll*).

Sloj pristupa podacima predstavlja sloj za upravljanje podacima u smislu njihovog fizičkog smeštanja i kontrole pristupa. Ovaj sloj omogućava preuzimanje podataka sa aplikativnog preko komunikacionog sloja i njihovo smeštanje u bazu podataka, kao i pribavljanje podataka iz baze i njihovo prosleđivanje ka višem sloju. Osnovne namene ovog sloja su: izvršavanje dela aplikativne logike, optimalno upravljanje podacima, upravljanje bazom kojoj

pristupa više korisnika, kontrola pristupa i bezbednosti podataka i centralizovano obezbeđenje integriteta podataka za sve klijente.

Osnovne komponente sloja za pristup podacima su: *User Server* i *Low Voltage Server*.

User Server je dizajniran kao javni „standalone“ server preko kojeg se vrši autentifikacija i autorizacija korisnika na sistem, kao i upravljanje bezbednosnim podacima koji su smešteni u *Security* bazu podataka.

Low Voltage Server predstavlja server za rad sa niskonaponskim objektima. Predstavlja posrednika između klijenata i *Low Voltage* baze podataka čiji je zadatak validiranje i konvertovanje podataka u klijentski format i obrnuto.

Low Voltage Server podržava manipulaciju sa niskonaponskim objektima. Niskonaponski objekat predstavlja građevinski objekat koji sadrži sopstvenu električnu mrežu. (kuće, zgrade i dr.)

Sloj smeštanja podataka čine baze podataka koje predstavljaju kolekcije međusobno povezanih podataka organizovanih u tabele. U sistemu postoje dve baze podataka:

Security baza podataka sadrži skup informacija o korisnicima i permisijama koje poseduju. *User server* koristi usluge ove baze prilikom autentifikacije i autorizacije korisnika na sistem.

Low voltage baza podataka sadrži statičke podatke o modelu elektrodistributivne mreže koji predstavljaju broj elemenata, vrstu i raspored elemenata, kataloške podatke o elementima, topologiju elektrodistributivnog sistema.

4. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

Implementacija rešenja obuhvata izradu „*Low Voltage Client*“ aplikacije implemetirane na Android platformi, u programskom jeziku *Java* u *Eclipse* razvojnom okruženju.

Aplikacija omogućava evidentiranje niskonaponskih objekata elektrodistributivne mreže i njihovu vizualnu prezentaciju na *Google* mapi. Niskonaponski objekti predstavljaju najniže potrošače u sistemu, građevinske objekte (kuće, zgrade i dr.). Evidentiranje objekata obuhvata upisivanje i učitavanje objekata iz *Low Voltage* baze podataka koja sadrži sve neophodne informacije o objektima i njihovim međusobnim vezama u sistemu.

Osnovni zadaci koje „*Low Voltage Client*“ aplikacija treba da omogućiti su:

- ✓ Registracija i autentifikaciju korisnika na sistem putem svojeručnog potpisa
- ✓ Lociranje trenutne pozicije uređaja na *Google* mapi
- ✓ Učitavanje niskonaponskih objekata iz *Low Voltage* baze podataka za zadatu oblast na mapi
- ✓ Vizualizacija šeme niskonaponskih objekata upotrebom *Google* mape uz mogućnost prikaza pojedinih detalja objekata
- ✓ Upisivanje niskonaponskih objekata u *Low Voltage* bazu na željenim koordinatama
- ✓ Obaveštavanje kontrolnog centra o greškama uočenim na terenu tokom evidencije objekata

4.1 Autentifikacija korisnika na sistem

Autentifikacija korisnika na sistem obavlja se putem svojeručnog potpisa. Za implementaciju ove funkcionalnosti upotrebljen je *S Pen SDK 2.3 API* [6] razvijen specijalno za *Android* platformu koji sadrži biblioteke sa skupom dodatnih funkcionalnosti za razvoj aplikacija. Dijalog za unos potpisa je prikazan na slici 2.



Slika 2 – Dijalog za autentifikaciju korisnika

Nakon unosa potpisa klikom na dugme [Login] - „Verify your signature“ vrši se autentifikacija korisnika od strane *User Server*-a. Podaci o tekućem potpisu putuju preko aplikativnog i komunikacionog sloja do servera koji pristupa *Security* bazi podataka i pretražuje sve korisničke potpise. Korisnički potpisi su smešteni u bazu podataka prilikom registracije korisnika na sistem upotrebom „*User Registration Client*“ aplikacije koja omogućava registraciju korisnika na sistem putem svojeručnog potpisa. Ukoliko je autentifikacija korisnika prošla uspešno, klijent dobija mogućnost pristupa sistemu.

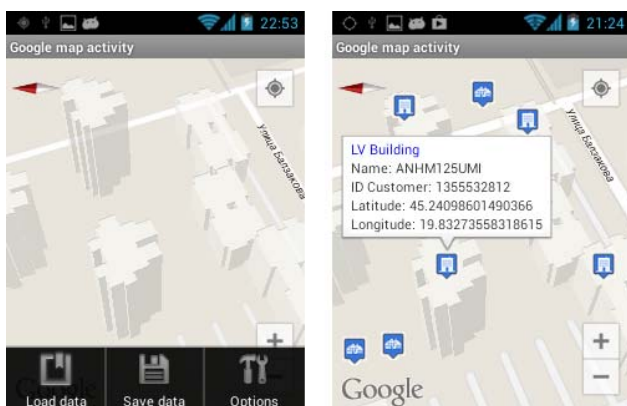
4.2 Lociranje trenutne pozicije uređaja

Za lociranje trenutne pozicije uređaja na mapi je korišćena *Google* tehnologija „*My location*“. U zavisnosti od specifikacije servisa lociranja, „*My location*“ tehnologija koristi različite metode pozicioniranja da bi odredila aproksimiranu lokaciju uređaja na *Google* mapi. Tokom implementacije korišćena je kombinacija mrežnog i GPS pozicioniranja (tzv. A-GPS). Prilikom specifikacije tipa pozicioniranja na uređaju, mrežno pozicioniranje je moguće aktivirati nezavisno od GPS pozicioniranja, dok je GPS pozicioniranje uslovljeno prethodnim aktiviranjem mrežnog. Ukoliko je GPS konekcija omogućena „*My location*“ tehnologija koristi usluge oba načina pozicioniranja. (A-GPS) prikazujući trenutnu poziciju uređaja na mapi sa preciznošću od 5 do 100 metara. Ukoliko GPS konekcija iz nekog razloga nije omogućena „*My location*“ koristi usluge metode mrežnog pozicioniranja koja prikazuje trenutnu poziciju uređaja sa preciznošću od 50 do 1000 metara.

4.3 Učitavanje niskonaponskih objekata iz Low voltage baze i njihova vizualna prezentacija na Google mapi

Kao sastavni deo evidentiranja niskonaponskih objekata elektrodistributivne mreže, aplikacija pruža korisniku mogućnost učitavanja i vizualne prezentacije objekata na *Google* mapi. Oblast elektrodistributivne mreže nad kojom korisnik aplikacije ima mogućnost učitavanja niskonaponskih objekata specificira se od strane administratora pri čemu se korisniku dodeljuje oblast

odgovornosti. Na taj način korisnik ima pravo učitavanja niskonaponskih objekata u okviru oblasti na mreži za koju je ovlašćen. Nakon specificiranja oblasti odgovornosti, korisnik na terenu ima mogućnost analize oblasti za koju je predodređen. Klikom na dugme „Load“ iz menija, upućuje se zahtev ka *Low Voltage Server*-u koji ima zadatak da pročita sve niskonaponske objekte koji se nalaze unutar date oblasti iz *Low Voltage* baze podataka. Ukoliko je zahtev izvršen uspešno, do klijenta stižu podaci o niskonaponskim objektima nakon čega se vrši njihova vizualizacija na *Google* mapi. Na slici 3 je prikazan rezultat operacije „Load“.

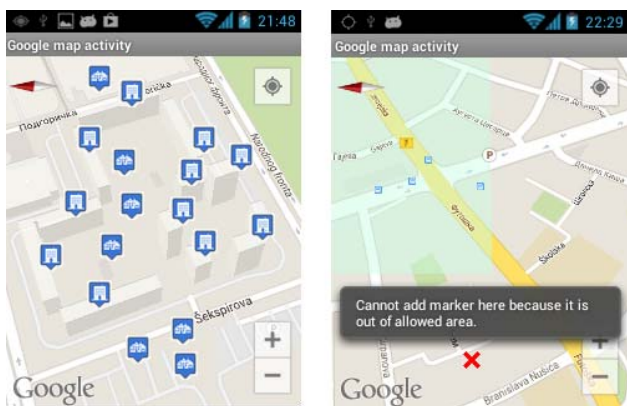


Slika 3 – Vizualizacija učitanih niskonaponskih objekata

4.4 Upisivanje niskonaponskih objekata u *Low Voltage* bazu posredstvom *Google* mape

Korisnik aplikacije poseduje mogućnost unosa niskonaponskih objekata u *Low Voltage* bazu podataka posredstvom *Google* mape unutar oblasti na mreži za koju je ovlašćen. Ovo ograničenje je uvedeno iz bezbednosnih razloga kako bi se za svakog korisnika sprečila zloupotreba i narušavanje konzistentnosti *Low Voltage* baze podataka.

Unos novog objekta na mapi se vrši klikom na željenim koordinatama unutar oblasti odgovornosti nakon čega korisnik iz padajuće liste bira tip objekta koji želi da doda na mapu. Nakon odabira, na datoj poziciji se kreira marker.



Slika 4 – Unos niskonaponskih objekata na mapi

Na levoj polovini slike 4 je prikazano dodavanje objekata na mapi. U slučaju da korisnik iz nekoga razloga pokuša da unese objekat izvan oblasti odgovornosti biće srećen uz obaveštenje u formi „Toast“ dijaloga prikazanog na desnoj polovini slike 4. Nakon unosa markera koji

označavaju konkretne objekte, klikom na dugme „Save“ upućuje se klijentski zahtev preko aplikativnog i komunikacionog sloja ka sloju za pristup podacima u kojem se nalazi *Low Voltage Server*. Server proverava validnost primljenih podataka. Ukoliko su podaci nevalidni, server sprečava operaciju upisivanja objekata u bazu i obaveštava klijenta o neuspešnosti pri čemu se svi markeri koji su označavali novokreirane objekte brišu sa mape. Ukoliko su podaci validni, server vrši njihov upis u bazu podataka i obaveštava klijenta o uspešnosti operacije.

5. ZAKLJUČAK

U radu je opisan postupak implementacije „*Low voltage client*“ aplikacije koja je omogućila uspešno evidentiranje niskonaponskih objekata u okviru elektrodistributivne mreže. Objekti su perzistirani u *Low Voltage* bazi podataka, a njihova evidencija i vizualna prezentacija se vrše upotrebom *Google maps* servisa. Autentifikacija korisnika na sistem se vrši putem svojeručnog potpisa. Prikupljanje podataka o lokaciji mobilnog uređaja je omogućeno kombinacijom mrežnog i GPS pozicioniranja. (Assisted GPS, skraćeno A-GPS).

Mrežno pozicioniranje se pokazalo dosta nepreciznim u odnosu na GPS pozicioniranje, ali veoma korisnim u slučaju kada GPS signal nije omogućen, preciznost se kreće od 50 do 1000 metara.

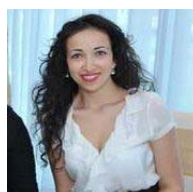
A-GPS pozicioniranje se pokazalo relativno dobrim rešenjem sa preciznošću lociranja tekuće pozicije uređaja u opsegu od 5 do 50 metara. Za razliku od klasičnog GPS pozicioniranja kod kojeg vreme odziva može da traje i do 10 minuta, vreme odziva u slučaju A-GPS pozicioniranja je duplo kraće. Takođe, A-GPS zahteva manju potrošnju električne energije od standardne GPS metode.

Za klijent server komunikaciju uspešno je izgrađen komunikacioni sloj upotrebom JNI tehnologije koji je pomirio implementacione razlike aplikativnog i sloja za pristup podacima.

6. LITERATURA

- [1] Reto Meier, „*Professional Android Application Development*“, Indianapolis, Wiley, April 2009
- [2] David Chappel, Tyler Jewell, „*Java Web Services*“, First Edition March 2002.
- [3] Ciaran McHale, „*CORBA Explained Simply*“, February 2007.
- [4] Sheng Liang, „*The Java Native Interface*“, Sun Microsystems, 1999.
- [5] Google maps, <https://developers.google.com/maps/>
- [6] S Pen SDK Tutorial, <http://developer.samsung.com/s-pen-sdk/technical-docs/S-Pen-SDK-2-3-Tutorial>

Kratka biografija:



Smiljana Janjić rođena je u Bačkoj Palanci 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranila je 2013.god.

HIL APPLICATION IN INDUSTRIAL CONTROLLER VERIFICATION

Bojan Marinković, Vlado Porobić, Perica Nikolić, Čorba Zoltan, Nikola Čelanović
The University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Abstract: *This paper deals with the analysis and verification of a standard programmable logic controller (PLC) applied in central heating temperature system regulation. The control software is tested in a novel and efficient way, with a Hardware-in-the-Loop (HIL) emulator. The controlled object's function is emulated in real time on the HIL system, and simultaneously, a PLC control software, identical to the one in the real system, is tested. Thanks to the flexibility of the HIL emulator, altering the control objects parameters is quite simple. The calculated values of PLC regulator parameters are verified through object distinct values. The test results are presented at the end of this paper.*

Key words: *Hardware-in-the-Loop/programmable logic controller/verification control/temperature regulation.*

1. INTRODUCTION

The verification procedure for electric drives usually demands the installation of all the individual elements of the system, which is often an expensive and time-consuming task. Other than that, the testing itself often doesn't allow for the analysis of all the working elements of the system (voltage unbalance and dip, failure of individual hardware system components, simple adjustment of regulation parameters, etc.). Another problem is that the testing procedure, which must be conducted under standard laboratory conditions, is often hazardous to the personnel and the environment.

Testing the function of control structures of electric devices can be done before the physical installation of the system, by testing the individual model in real time. Hardware-in-the-Loop (HIL) systems have recently become optimal for this. They enable a drastic cut in development time and final product controller verification. It is possible to experiment on all possible combinations of events. The control process is repeatable, errors are easily identified, simultaneous employment of multiple teams is enabled, within a safer environment.

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Bojana Marinkovića. Mentor je bio prof. dr Vlado Porobić.
- b) Rad je prethodno publikovan na savetovanju Energetska elektronika, Ee2013, Novi Sad, oktobar 2013.

One of the most common industrial controllers is the programmable logic controller (PLC). Fitted with a multitude of standard digital/analog I/Os, PWM outputs, high-speed counter inputs and special communication modules, it represents a basic component in industrial control systems. For this reason, its verification is of great importance. Research paper [1] suggests the application of a HIL for this purpose, but the defined system is considerably nonflexible to the changes in parameters. In research paper [2], the HIL environment is realized with the use of Matlab/Simulink and OPC standards, but this approach is complicated to use, and often insufficiently fast (it can be used only for slower processes).

This paper shows the verification results of a PLC connected to a modern HIL emulator [3], on the example of central heating temperature regulation systems. The optimal regulator parameters are set for the controlled objects transfer function. After this, the model of the controlled object is emulated in real time on the HIL, simultaneously with the control structure realized on the PLC. Test results are presented at the end of this paper.

2. SYSTEM DESCRIPTION

2.1. The system model

A central heating system where the water temperature must be regulated (shown in Fig. 1), has been selected to illustrate controller verification. The system base is an electric boiler, and a pump enables water movement throughout the system. A sensor measures the water temperature as it flows out of the system. The heater strength is regulated via a change in voltage.

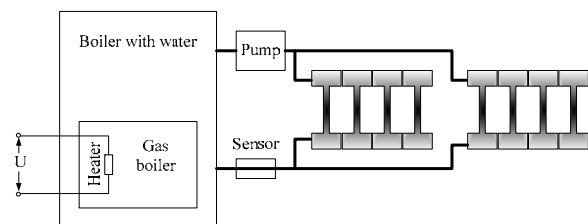


Figure 1: Central heating system

Water heated in the boiler flows upward, toward the pump, which then feeds it into radiators. The water is cooled in the radiators, then sent lower, and returned to the boiler, where it is reheated. A sensor detects the

water temperature upon return, and forwards it to the regulator.

The heating process can, in general, be represented with a first-order transfer function. It falls into a class of slower industrial processes, though with the application of gas heaters, the system response is fast. According to [4], the size of the time constant in this type of system is usually 0.1s. Statistical gain of the object is to be determined through experiments. The temperature is measured at the beginning (in the cold state), and at the end of the process (a new stationary state). The constant of the heating element can be represented through gain K_{gr} (the effective value of the grid voltage 389V, here). The temperatures in the beginning and the end of the process are 25°C and 150°C, respectively. Thus, the static amplification of the object of control is the same as in (1).

$$K_{ob} = \frac{\Delta t}{K_{gr}} = \frac{150-25}{\sqrt{2} \cdot 380} = 0,2326 \text{ C/V} \quad (1)$$

The transfer function of the controlled object, based on the same type of time constant as (2).

$$G_{ob}(s) = \frac{K_{ob}}{1+s \cdot T_{ob}} = \frac{0,2326}{1+s \cdot 0,1} \quad (2)$$

The transfer function of the controlled object (2) is a first-order transfer function, because of which it can connect to any system with an identical type of transfer function. For the realization of the said system, a HIL400 emulator was used [5], enabling the realization of the RC circuit first-order transfer function. The RC circuit transfer function is the same type as the system transfer function (2), and based on this we get the parameters of said circuit (3).

$$G_{ob}(s) = \frac{0,2326}{1+0,1 \cdot s} = G_{RC}(s) = \frac{K}{1+s \cdot T} \quad (3)$$

$$\Rightarrow K = 0,2326; \quad T = 0,1 = RC$$

Values $R=1000\Omega$ and $C=1e-4F$ are selected based on the value of $T=0.1s$.

The general block diagram of the whole system is shown in Fig. 2. The temperature enables a closed loop. The temperature reference and the outgoing temperature are in relative amounts. Considering that the RC circuit has a unity gain, the base temperature value $T_b = K_{gr} \cdot K_{ob} = 125^\circ\text{C}$ is selected, making the total main path value of the controlled object also a unity gain.

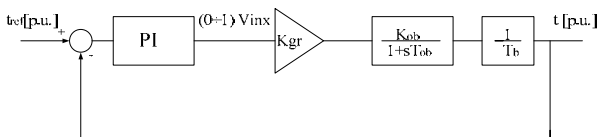


Figure 2. The general system block diagram

The PI regulator can be found within the PLC [6]. Its block diagram is shown in Fig. 3. The reference is shown in percentages. Error is determined within the PLC, by translating the feedback absolute value into percentage value ($0\div 10V=0\div 100\%$). The PI regulator output is also shown in percentages ($0\div 100\%=0\div 10V$).

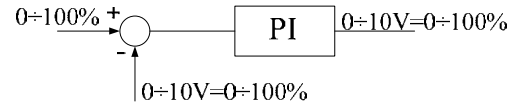


Figure 3. A simplified block diagram of the PLC regulator (Siemens S7 300)

If the diagram of the controlled object (the HIL part) is added onto the previous control diagram (the PLC part), the result would be a complete block diagram of the system, Fig. 4. The shown diagram is reduced to the form of a block diagram (Fig. 2). Voltage adaption between the two units was done first. The analog range of the PLC is $0\div 10V$ (the standard industrial range), while the HIL has a range of $0\div 5V$, so the entire system is limited to this lower level. The PLC PI regulator output is limited to the said voltage range (PLC internal reference). The HIL system has the ability to scale input and output signals (K_{in} i K_{out} gain). PI regulator outputs are normalized through K_{in} gain: the value of this gain is $K_{in}=1V/5V=0.2$, and after this block, it has a $0\div 1$ range of values, as in Fig. 2 (V_{inx}). The chosen temperature base value being equal to the reciprocal value of the product of heater gain and the controlled object enables main path unity gain. For this reason, it is necessary to change the output from the $0\div 1$ into the $0\div 5V$ range, because this is the feedback information for the PLC ($K_{out}=0.2V/1V_{\text{output DA converter}}=0.2$). Thus, a system with a V_{inHIL} ($0\div 5V$) range receives a V_{outHIL} ($0\div 5V$) range, Fig. 4. The output gain for $T_b \neq K_{gr} \cdot K_{ob}$ is $K_{out}=(0.2V/1V) \cdot (K_{gr} \cdot K_{ob}/T_b)$, in general.

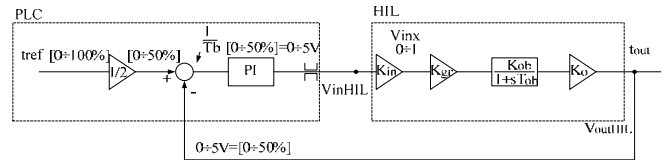


Figure 4. The system block diagram (PLC and HIL)

PI regulator parameters are set based on the *Dahlin* approach [4]. The total main path value gain, necessary for setting up regulator parameters, represents the product of unity gains (4).

$$K_{uk} = K_{in} \cdot K_{gr} \cdot K_{ob} \cdot \frac{1}{T_b} \cdot K_{out} = \frac{1}{5} \cdot 380 \cdot \sqrt{2} \cdot 0,2326 \cdot \frac{1}{125} \cdot 5 = 1 \quad (4)$$

The system sampling time (PI regulator execution) is $T_1=1ms$, and it is also used when calculating the parameters via the *Dahlin* approach.

The parameter $1/\lambda$ represents the time constant of the aperiodic response of the system containing the regulator, and it is determined according to the formula (5) [7]. T_d represents the dominant time constant, which is also the time constant of the controlled object, because all the other time constants are ignored. Using this selection of parameter λ , the time necessary to reach a stationary state is 5 times shorter than the same time necessary with an unregulated system.

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{T_d}{5} = \frac{0,1}{5} = 0,02s \quad (5)$$

According to the *Dahlin's approach*, the proportional effect is determined based on (6), and the integral effect is based on (7).

$$K_p = \frac{1 - e^{-\lambda T_i}}{K_{uk} \cdot \left(e^{\frac{T_i}{T_d}} - 1 \right)} = \frac{1 - e^{-50 \cdot 0,001}}{1 \cdot \left(e^{\frac{0,001}{0,1}} - 1 \right)} = 4,8527 \quad (6)$$

$$K_i = K_p \cdot \left(e^{\frac{T_i}{T_d}} - 1 \right) = 4,8527 \cdot \left(e^{\frac{0,001}{0,1}} - 1 \right) = 0,04901 \quad (7)$$

2.2. A description of the system components

This chapter will briefly describe the HIL emulator and PLC.

The HIL 400 [5] is a digital emulator, capable of replacing electric energy elements and electric machines, thus it can be used to test the controlling elements of a unit and the control algorithm. The system is comprised of an emulation device and a programmable environment to support it. The emulation device itself contains a specialized processor and an interface, through which the processor exchanges analog and digital signals, with an external controlling device. The basic task of the processor is to compute the emulated electromagnetic circuit response. The model's inputs are analog signals (e.g. power sources, load torque of the electric machine, and others), and/or digital signals (e.g. PWM signals for the model's transistors, control inputs for the contactors, and others). The model's outputs are also analog (any of the model's state variables or any voltage/current to be monitored) and digital signals (any of the digital input signals forwarded to an output, or confirmation signals that the transistor or contactor are triggered). The emulation device's programmable environment can be connected via USB or an Ethernet cable. It consists of several tools. A diagram of the emulated system is drawn in the *Schematic Editor*, by simply selecting from the extensive library of elements. The library contains the following elements: sources (single/three phase, voltage/current, internally/externally controlled, solar panels, batteries), various contactors, transformers, electric machines, measurement tools, and passive elements. Setting parameters for a model's components is very flexible. Finally, the diagram has to be compiled. The appearance of the *Schematic Editor* window with an emulated model is shown in Fig. 5.

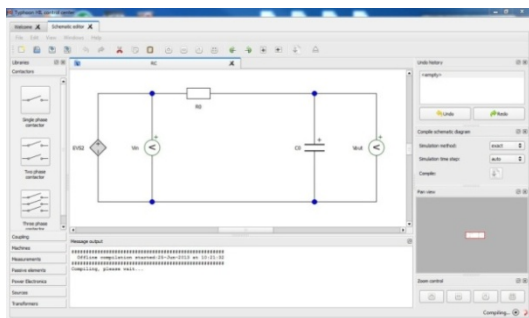


Figure 5. Schematic Editor

In this example, the externally controlled power source is selected. Input system scaling (K_{in}) is done within this controlled power source settings, and the output scaling (K_{out}) is done with the *HIL Control Panel*,

which sends the compiled model to the emulator. It is used, in general, to select and set up the power sources and the load of electric machines, to select channels for model variables we wish to measure and record and scale. This is also where the simulation is run.

It is known that the PLC's main characteristics are high fidelity and flexibility. This experiment uses a Siemens PLC, of the S7 300 series (CPU 314DP), but any other controller could also have been verified easily.

3. SYSTEM REALIZATION

Fig. 6 shows a block diagram of the system, with links between each individual component. Every terminal's physical location on the device is displayed next to it. To connect the HIL with the PLC, only two signal conductors are necessary. The PLC's analog output (PI regulator), is connected to the HIL's analog input, controlling the power source. The HIL's analog output (system response) is connected to the PLC's analog input.

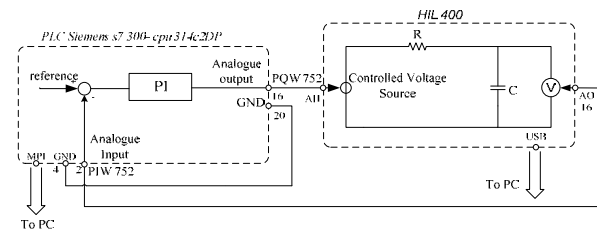


Figure 6. Block diagram of the system's connections

The reference is set on the PC, within the PLC environment. The PI regulator is realized through a special function block *FB41*, which represents the regulator with an analog input and output. This function can be found in the standard Siemens library, in the *SIMATIC Manager* environment. Inside the *FB41* function block, there can be set a time execution of the regulator, which is why it is not necessary to make any special program interrupt in order for the regulator to work in equally spaced intervals. The minimum time is 1ms (T_1). *Siemens's* S7PIDCOB tool makes it possible to observe the system's response to different regulator parameters [6].

4. EXPERIMENT RESULTS

Here, the unregulated system response is given and the second is that, of a system with projected PI regulator parameters. The system response for the two different time constant values of the controlled object is given.

4.1. System response with $T_{ob} = 0.1$ s

The time constant of the controlled object is 0.1 s, which is characteristic to processes in which the fluid is gas. Fig. 7 shows a system response recorded by an oscilloscope. The experiment's first results were obtained by step response with 25% of the base value (31.25C). The system has been realized without the use of a PI regulator, that is, the reference value has been directly forwarded to the PLC's analog output. The upper portion of Fig. 7 shows the system's reference value (Ch1 500mV/div). The bottom portion shows the HIL-

emulated system response (Ch2 500mV/div). Analysis of the system response time leads to the conclusion that the RC circuit parameters on the HIL emulator have been properly calculated, that is, the stationary state is really reached in $5 \cdot T_{ob}$ (the stationary value of the HIL output is somewhat greater than the reference value, because of the HIL's output stage imperfections (offset), and this inherent gain is 1.045).

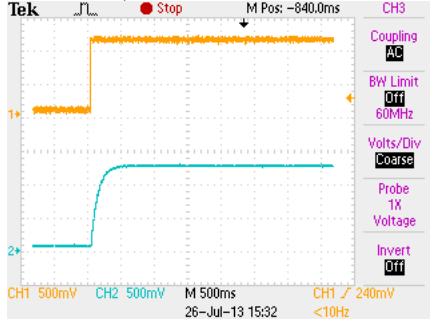


Figure 7. The system response to the set reference of 25% base value, without the PI regulator: 1. Ch1-reference value, 2. Ch2-system response

Other experimental results are obtained for a 25% and 50% base value reference when using the PI regulator, and they are depicted on Fig. 8 and 9, respectively. PI regulator parameters are set on the value obtained by Dahlin's approach.

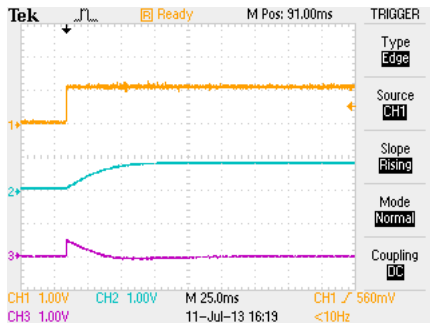


Figure 8. Response to the set reference of 25%, with the regulator parameters obtained by Dahlin's approach: 1. Ch1-reference value, 2. Ch2-system response, 3. Ch3-PI regulator output

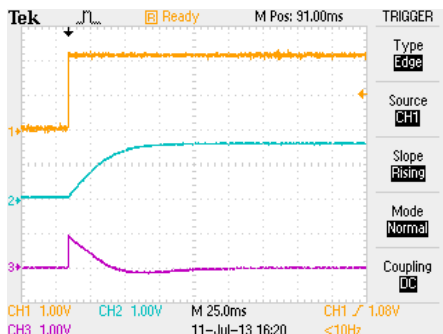


Figure 9. Response to the set reference of 50%, with regulator parameters obtained by Dahlin's approach: 1. Ch1-reference value, 2. Ch2-system response, 3. Ch3-PI regulator output

The first channel shows the reference value (Ch1 1V/div), the second channel shows system response (Ch2

1V/div), and the third channel shows the PI regulator output (Ch3 1V/div). Based on this figure, it is noticeable that system response speed is multiplied by 5, which concurs with Dahlin's approach and the selected parameter λ value, and that the system response is aperiodic.

The system response is as in Figure 10 when the regulator parameters are not properly adjusted.

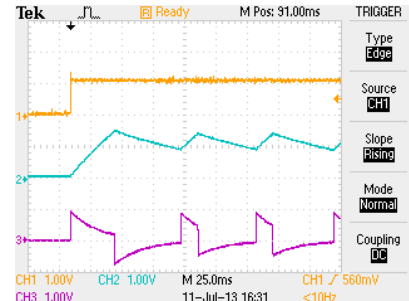


Figure 10. Response to the set reference of 25%, at unadjusted regulator parameters: 1. Ch1-reference value, 2. Ch2-system response, 3. Ch3-PI regulator output

The first channel shows the reference value (Ch1 1V/div), the second channel shows system response (Ch2 1V/div) the third channel shows PI regulator response (Ch3 1V/div). System response is oscillatory around the reference value.

4.2. System responses with $T_{ob} = 3s$

In comparison to the previous example a greater time constant of the controlled object is chosen here (3s). Changing the set time constant also changes the parameters of the RC circuit and the PI regulator parameters. This means that $R=30k\Omega$ and $C=100\mu F$ values can be determined, according to (3). In the same way as in the previous system, PI regulator parameters were determined. According to (6) and (7), proportional and integral gain is $K_p=4.995$ and $K_i=1.665e-4$, respectively.

The experimental results at a 25% base value reference for a system without a PI regulator are shown in figure 11. The first channel shows the reference value (Ch1 500mV/div), the second channel shows response (Ch2 500mV/div). The accuracy of the selected RC circuit parameters can be confirmed again based on the system response time.

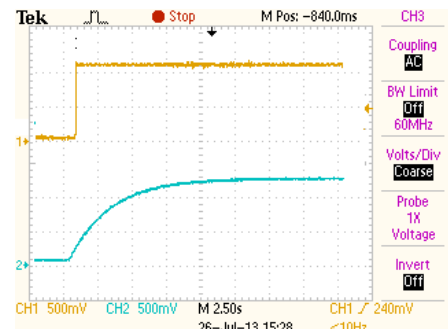


Figure 11. System response to the set reference at 25% base value, without the PI regulator: 1. Ch1-reference value, 2. Ch2- system output

The following experimental results were obtained at a 25% and 50% base value reference, with a set PI regulator), *figures 12 and 13*, respectively.

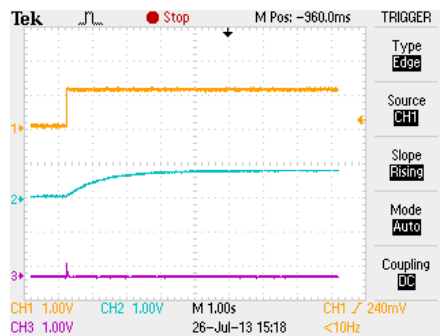


Figure 12. Response at a 25% base value reference, with regulator parameters obtained by Dahlin's approach: 1.Ch1-reference value, 2.Ch2-system response, 3.Ch3-PI regulator output

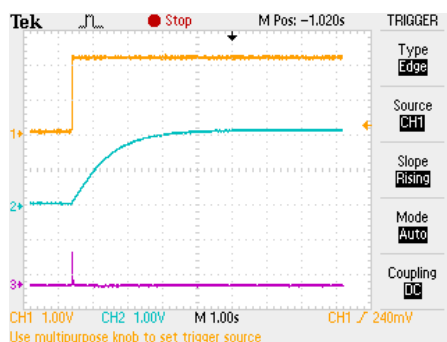


Figure 13. Response at a 50% base value reference, with regulator parameters obtained by Dahlin's approach: 1.Ch1-reference value, 2.Ch2-system response, 3.Ch3-PI regulator output

The first channel shows reference value (Ch1 1V/div), the second channel shows system response (Ch2 1V/div) and the third channel shows the PI regulator output (Ch3 1V/div). The same conclusions are valid here as with the object with the lesser time constant, proving the system's functionality.

5. CONCLUSION

The paper demonstrates a verification of the control software of a modern industrial controller with the help of a Hardware-in-the-Loop system. The temperature regulation process example shows the benefits of testing a control algorithm as opposed to the standard verification method.

The system's functionality is confirmed through a experimental results. The system response is aperiodic, without overshoots. It is shown that the unregulated system's time needed to achieve reference equals approximately five time constants of the controlled object, while the response speed with a set PI regulator is reduced to the value of one time constant, which is consistent with the expected results.

Further, the next step after the HIL verification would be the practical realization, such as employment with real system components. It should be mentioned that the controller program did not need alterations during the

practical realization, meaning that it could be used for a real system, too.

Apart from this example, the HIL system could also be used for testing controller applications for processes of the higher order, as for testing individual functions of a controller, such as counter inputs, PWM outputs, etc..

6. ACKNOWLEDGEMENT

This research was partially co-funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia under contract No. III 042004 and by the Provincial Secretariat for Science and Technological Development of AP Vojvodina under contract No. 114-451-3508/2013-04.

7. REFERENCES

- [1] Lacob M., Andreescu G.-*Real-time hardware-in-the-loop test for thermal power plant control systems*, IEEE 9th International Symposium (SISY), pp.495-500, September 2011
- [2] Chaaban W., Schwarz M., Batchuluun B., Sheng H., Borcsak J.-A *partially automated HiL test environment for model-based development using Simulink® and OPC technology*, IEEE, 2011 XXIII International Symposium (ICAT), pp.1-6, October 2011
- [3] D. Majstorović, I. Čelanović, N. Teslić, N. Čelanović, V.A. Katić, "Ultra-Low Latency Hardware-in-the-Loop Platform for Rapid Validation of Power Electronics Designs", *IEEE Trans. Ind. Electron.*, Oct. 2011, vol. 58, no. 10, pp. 4708-4716.
- [4] Milić Stojić – *Digitalni sistemi upravljanja*, Akademska misao, 1994, Beograd
- [5] http://www.typhoon-hil.com/typhoon-hil_400
- [6] SIEMENS – *Standard Software for S7-300 and S7-400 PID control*, SIMATIC, 2005
- [7] Darko Marčetić – *Mikroprocesorsko upravljanje energetskim pretvaračima*, FTN, 2012, Novi Sad

PRIMENA FAZI LOGIKE U SISTEMIMA GRADSKOG GREJANJA AN APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN DISTRICT HEATING

Daniela Tot, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je sistem gradskog grejanja upravljan fazi logikom. Upoređen je sistem gradskog grejanja kojim upravlja fazi logika sa sistemom gradskog grejanja koji koristi konstantan protok vode. Urađena su tri primera simulacije i prikazani su rezultati.

Abstract – In this paper, was presented a district heating system operated by fuzzy logic. This type of heating system is compared with a different heating system that uses constant water flow. Three simulated examples were performed and their results are shown in this paper.

Ključne reči: Fazi logika, sistem gradskog grejanja, toplana

1. UVOD

Uloga grejanja prostora u životu čoveka ima veliku ulogu. Čovek se štiti od zime odelom i prostorom u kom živi i/ili radi. Da bi se u prostoru ostvarili optimalni uslovi za život i rad potrebno je da vazduh u zatvorenim prostorijama ima temperaturu od 16°C do 22°C. U okviru ovog razmaka uzeti su u obzir razni oblici ljudskog delanja i individualne osetljivosti. Temperature niže od 15°C suviše su niske i mogu izazvati nazebe, a temperature iznad 22°C su suviše visoke i mogu izazvati usporeno odavanje telesne toplote. Uzevši u obzir razne fizičke i psihičke faktore usvojeno je da se pri graničnoj spoljnoj temperaturi od 12°C mora početi sa zagrevanjem prostorija. Zadatak grejanja [1] **Error! Reference source not found.** je da u zatvorenim prostorijama, nezavisno od spoljne temperature, održi stalnu, normama propisanu, unutaršnju temperaturu. Da bi se mogla održavati određena temperatura u prostorijama služimo se uređajima za grejanje. Zadatak ovog rada je da predstavi sistem centralnog daljinskog toplovodnog gradskog grejanja kojim upravlja fazi (*eng. Fuzzy*; rasplinjeno, nejasno) regulator. U poglavlju dva opisan je formalan opis problema, u poglavlju tri opisana je fazi logika, u poglavlju četiri opisane su toplane, u poglavlju pet dato je softversko rešenje, u poglavlju šest dati su primeri simulacije, u poglavlju sedam dat je zaključak.

2. FORMALAN OPIS PROBLEMA

Uzimajući u obzir potrebe za grejanjem, sve više ljudi teži da se odvoji od gradskog grejanja i da ima svoje ložište, jer gradsko grejanje poskupljuje iz godine u godinu. Sistem gradskog grejanja sa konstantnim protokom vode

ima veliku potrošnju energije. U ovom zadatku je predstavljeno jedno rešenje regulacije, kojim bi se efikasno grejalo, a pri tom bi se uštedela energija. Ovo se postiže upotrebom fazi regulatora. Za upravljanje regulatorom koriste se senzori koji mere potrošnju toplotne energije. Takođe, za upravljanje, koristi se termometar koji je potreban za merenje dnevne temperature. Senzori i termometar su ulazne promenljive regulatora. Ove ulazne promenljive deluju na izlaz uz fazi pravila. Izlazne promenljive su temperature vode u cevovodu i protok vode kroz pumpe.

3. FAZI LOGIKA

Fazi skupove definisao je 1965. godine Lotfi Zadeh [1], [3]. U teoriji klasičnih, jasnih skupova, neki određeni element ili pripada ili ne pripada nekom definisanom skupu. Drugim rečima, funkcija pripadnosti (*eng. Membership function, μ*) fazi skupa preslikava svaki element univerzalnog skupa u pomenuti interval realnih brojeva. Jedna od najvećih razlika između klasičnih i fazi skupova jeste u tome što klasični skupovi uvek imaju jedinstvenu funkciju pripadnosti, dok se za fazi skup može definisati beskonačno mnogo različitih funkcija pripadnosti kojima se on može opisati kod fazi regulatora, je podešavanje parametara regulatora i njihov tačan uticaj na izlaz iz regulatora. Postoji veliki broj parametara koji utiču na ponašanje regulatora [4], skaliranje promenljivih, fazi skup koji predstavlja značenje lingvističkih varijabli, AKO-ONDA (*eng. if-then*) pravila, i drugi.

3.1. Fazi skupovi

U diskretnim skupovima element ili pripada ili ne pripada određenom skupu, ako to predstavimo matematički kažemo da je stepen pripadnosti skupu 1 (ako pripada) ili 0 (ako ne pripada). Sa druge strane, elementi u fazi skupovima mogu delimično da pripadaju, matematički to možemo da predstavimo na sledeći način 1 (100% pripada), 0 (uopšte ne pripada skupu), 0.7 (70% pripada skupu). Ovim pristupom možemo preciznije da reprezentujemo neprecizne iskaze. Na slici ispod (Slika 1) su prikazani diskretni i fazi skup, kako bi se lakše uvidela razlika.



Slika 1. Diskretni skup i fazi skup

NAPOMENA:

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

Sa slike iznad (Slika 1) se može zaključiti da su dani u nedelji čisto diskretni i mogu mu pripadati isključivo dani od ponedjeljka do petka, dok vikend dani nisu diskretni. Tako je npr. petak u nekoj meri vikend, dok su subota i nedelja isključivo vikend dani.

3.2. Fazi logički regulator

Regulatori predstavljaju uređaje koji vrše upravljanje nekim izvršnim elementima na osnovu različitih događaja. Način realizacije fazi regulatora jednak je ljudskom razmišljanju, npr.: „Ako je voda na tušu hladna, odvrnuće se malo topla“, „Ako vozimo preko ograničenja, smanjićemo brzinu“, „Ako je supa neslana, dodaćemo soli“, itd. Ovo su primeri koji se koriste svakodnevno i način na koji razmišlja ljudski mozak. Upravo ovo je glavna prednost fazi regulatora, što se može pomoću lingvističkih promenljivih, ukoliko se dobro definišu, postići regulacija procesa. Dakle, pri projektovanju fazi regulatora najbitnija tri koraka su: fazifikacija (prevođenje realnih vrednosti u fazi vrednosti), mehanizam za odlučivanje zajedno sa bazom fazi pravila (pravila zaključivanja za fazi logičke probleme) i defazifikacija (prevođenje fazi vrednosti u realne vrednosti, potrebne za obradu).

4. TOPLANE

Prvi sistem daljinskog grejanja u Srbiji izgrađen je 1961. godine kao sistem koji je trebao da obezbedi efikasno grejanje novoizgrađenog naselja Novi Beograd. Nakon toga izgrađena su brojna postrojenja širom gradova Srbije i osnovana preduzeća koja njima gazduju. Toplane su organizovane u Poslovno udruženje Toplane Srbije od 4. aprila 1997. godine. JKP Novosadska Toplana je u ovom udruženju.

4.1. JKP Novosadska Toplana

JKP Novosadska toplana osnovana je 1961. godine, ali u sastavu Elektrovojvodine. Tada je Novi Sad, zajedno sa sremskim naseljima – Petrovaradinom i Sremskom Kamenicom – imao oko 115.000 stanovnika. Tada su imali oko 500 potrošača, dok danas imaju preko 90.000 stanova i 8.000 privrednih subjekata. Ima 29.664 potrošača energije za pripremu tople potrošne vode. Instalirana snaga toplotnih izvora je 652,5 MW. Novosadska toplana se sastoji od 3712 toplotnih podstanica. U sastavu tehničkog sistema Novosadske toplane nalazi se šest gradskih rejonskih toplana, glavna razdelna stanica (GRS), vrelovodna mreža dužine 210,7 km i toplotne podstanice u zgradama. Tehničko-tehnološku celinu sistema čini i Termoelektrana-toplana „Novi Sad“ koja je sa sistemom povezana preko GRS. Toplotne izvore čini šest gradskih toplana i TE-TO „Novi Sad“. Osnovni energent koji se koristi u tehničkom sistemu Toplane je prirodni gas. Jedna od rejonskih toplana je Toplana Jug.

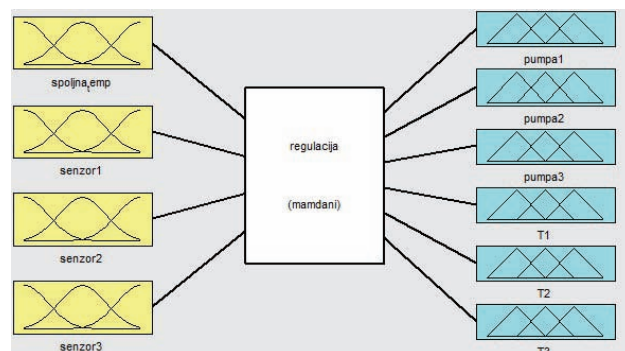
4.2. Toplana Jug

Toplana Jug se sastoji od šest kotlova [5], [6] koji su različite snage. Od toga se dva kotla koriste za grejanje vode koja se koristi kao topla potrošna voda, a ostali za grejanje vode koja služi za grejanje. Kotao zagreva vodu

koja se u njemu nalazi, a koja se kroz sistem cevovoda transportuje do potrošača. Kod vrelovodnog kotla, energiju za transport vrele vode proizvode pumpe. Dimni gasovi koji nastaju sagorevanjem goriva odvođeni se u atmosferu kroz dimnjak preko ekonomajzera, kako bi se povećala energetska efikasnost kotla.

5. SOFTVERSKO REŠENJE

Za realizaciju fazi regulatora korišćen je MATLAB 7.12.0. programski paket, FIS Editor (*eng. Fuzzy Inference System Modeling*). U ovom radu predložena je regulacija protoka vode kroz pumpe kako bi se ostvarila ušteda energije. Regulacija se vrši preko fazi regulatora. Da bi obavljao ovu funkciju potrebno je da ima senzore, koji predstavljaju ulazne promenljive, i izlazne izvršne jedinice. Da bi se prikazalo kako se vrši regulacija posmatrana su tri kotla. Svaki kotao ima svoju pumpu. U realnosti, toplota vode u toplovodima se podešava samo na osnovu spoljne temperature, gde se protok vode kroz pumpe ne menja. U ovom zadatku je definisano da se, na osnovu senzora koji prikazuju koliko je energije utrošeno u svakom od podsistema, upravlja protokom vode kroz pumpe. Na slici ispod (Slika 2) je prikazana organizacija fazi regulatora, njegove ulazne i izlazne funkcije.

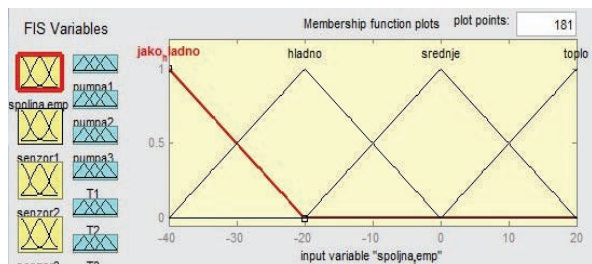


Slika 2. Prikaz fazi regulatora

Fazi regulator je mamdani tipa. Koriste se uobičajene metode zaključivanja, kao što su minimum za implikaciju, maksimum za agregaciju i za defazifikaciju centar mase (*eng. centroid*). Ulazne i izlazne vrednosti su određene intuitivno. Funkcije pripadnosti ovih promenljivih su trougaonog tipa. Ovaj fazi regulator sadrži četiri ulazne promenljive i to su: *spoljna_temp*, *senzor1*, *senzor2* i *senzor3*. Opseg promenljive *spoljna_temp* je [-40,20]. Vrednosti ove promenljive su: *jako_hladno*, *hladno*, *srednje* i *toplo*. Opseg vrednosti promenljivih *senzor1* je [0,1]. Vrednosti ove promenljive su: *jako_mala*, *mala*, *srednja*, *velika* i *jako_velika*.

Opseg vrednosti promenljivih *senzor2* je [0,2]. Vrednosti ove promenljive su: *jako_mala*, *mala*, *srednja*, *velika* i *jako_velika*. Opseg vrednosti promenljivih *senzor3* je [0,4].

Vrednosti ove promenljive su: *jako_mala*, *mala*, *srednja*, *velika* i *jako_velika*. Na slici 3 su date funkcije pripadnosti za promenljivu *spoljna_temp*.



Slika 3. Funkcije pripadnosti promenljive *spoljna_temp*

Opseg promenljivih *pumpa1*, *pumpa2* i *pumpa3* su [0,1]. Vrednosti ovih promenljivih su: zatvoreno, malo_otv, srednje_otv, vise_otv i otvoreno. Opseg promenljivih *T1*, *T2* i *T3* su [60,120]. Vrednosti ovih promenljivih su: niska, niza, visa, i visoka. Kreiranjem fazi pravila možemo upravljati izlazom. Na primer: protok pumpe 1 i temperatura vode zavise od dnevne temperature i senzora 1. U tabeli 1 su predstavljena fazi pravila za promenljive *pumpa1* i *T1*. Postoje još dve tabele u radu.

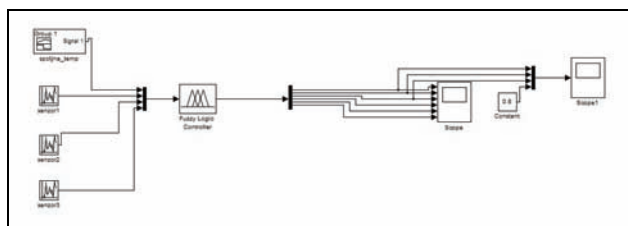
Tabela 1 – Fazi pravila

Spoljna_temp Senzor1	jako_hladno (pumpa1\T1)	hladno (pumpa1\T1)	srednje (pumpa1\T1)	toplo (pumpa1\T1)
jako_mala	otvoreno	otvoreno	otvoreno	otvoreno
mala	visoka	visa	niza	niska
srednja	vise_otv	visa	niza	niska
velika	visoka	visa	niza	niska
jako_velika	srednje_otv	srednje_otv	srednje_otv	srednje_otv
	visoka	visa	niza	niska
	malo_otv	malo_otv	malo_otv	malo_otv
	visoka	visa	niza	niska
	zatvoreno	zatvoreno	zatvoreno	zatvoreno
	visoka	visa	niza	niska

Ako je *spoljna_temp* jako_hladno i *senzor1* srednja, onda je *pumpa1* srednje_otv i *T1* visoka; ako je *spoljna_temp* hladno i *senzor1* velika, onda je *pumpa1* malo_otv i *T1* visa; ako je *spoljna_temp* srednje i *senzor1* jako_mala, onda je *pumpa1* otvoreno i *T1* niza; ako je *spoljna_temp* toplo i *senzor1* jako_velika, onda je *pumpa1* zatvoreno i *T1* niska.

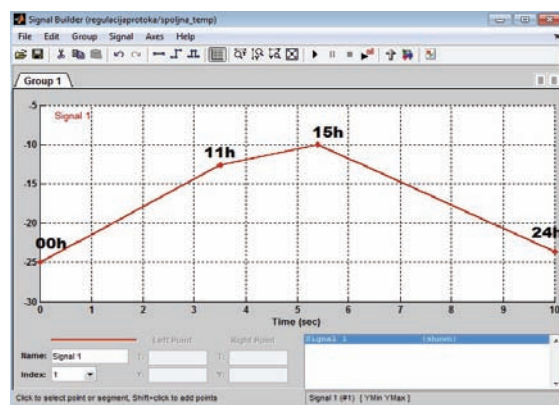
6. PRIMERI U SIMULINK-U

Da bi prikazali kako deluje ovaj fazi regulator, simulacioni eksperimenti su izvedeni u MATLAB 7.12.0. programskom paketu, u Simulinku. Simulink je editor u kojem je moguće uraditi blok dijagrame za simulaciju. Da bi se proverile prednosti ovog sistema, upoređiće se sa sistemom koji ima konstantan protok vode. Na sledećoj slici (Slika 4) je prikazan Simulink model. Kod ovog modela koristi se Signal Builder, što znači da sami određujete kako se menja promenljiva.



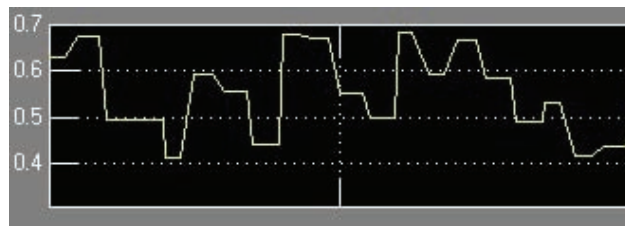
Slika 4. Simulink model

Primer1. Za primer 1, uzet je jedan od hladnih dana gde se spoljašnja temperatura menja od -25°C do -10°C. Na slici ispod (Slika 5) je prikazano kako se menja temperatura u toku dana, u toku 24h. Pretpostavljeno je da je temperatura vode sa stalnim protokom 110°C i protok vode kroz pumpu je 80%.



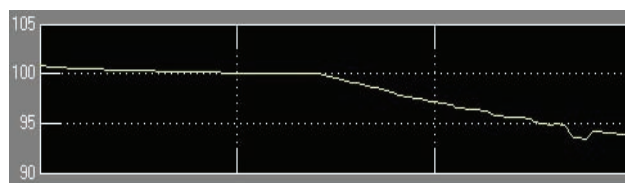
Slika 5. Promena temperature u toku dana

Na slici ispod (Slika 6) prikazana je simulacija prve pumpe i može se videti da u zavisnosti od potrošene količine energije protok vode kroz pumpu je između 40% i 70%, ovo je samo deo simulacije.

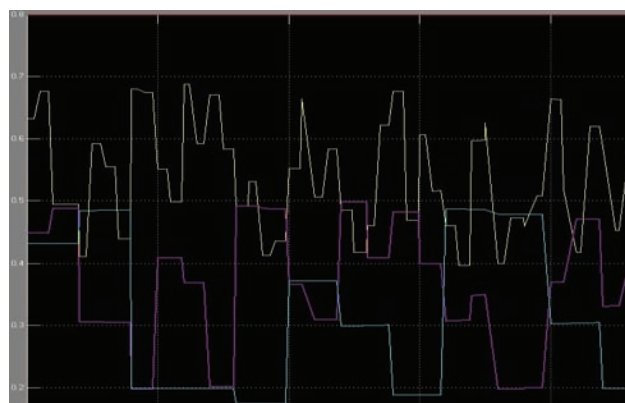


Slika 6. Dijagram promenljive *pumpa1*

Promena temperatura vode u cevovodu, pri promeni spoljašnje temperature je prikazana na slici ispod (Slika 7). Sa slike 7, vidi se da temperatura vode opada ukoliko dnevna temperatura raste.



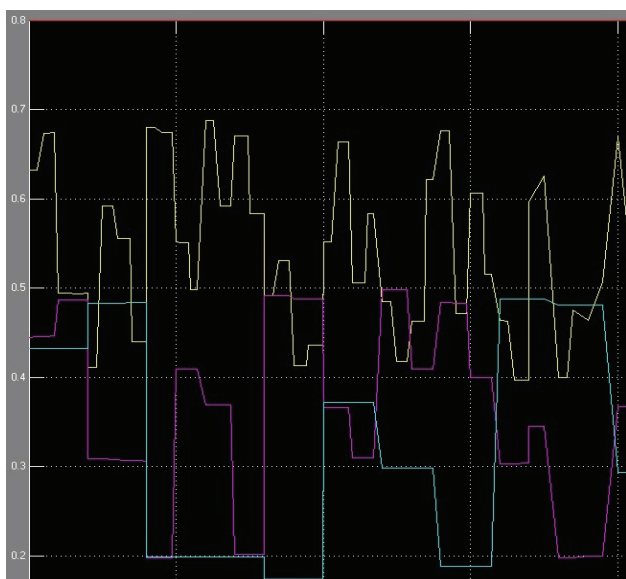
Slika 7. Dijagram promenljive *T1*



Slika 8. Poređenje dva sistema, primer 1

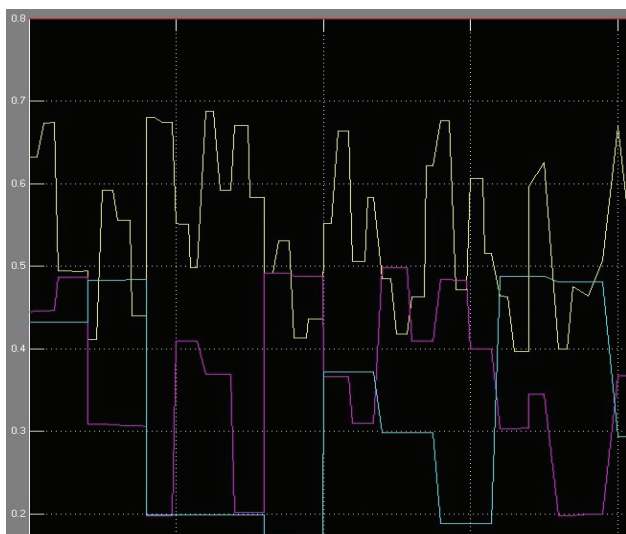
Na slici Slika 8 prikazano je poređenje sistema kojim upravlja fazi regulator sa sistemom sa konstantnim protokom vode kroz pumpe. Na slici je crvenom linijom (0.8) prikazan konstantan protok vode, žutom linijom promena protoka vode kroz pumpu 1, ljubičastom linijom promena protoka vode kroz pumpu 2 i zelenom bojom promena protoka vode kroz pumpu 3. Najsporiju promenu ima protok vode kroz pumpu 3, zato što je opseg random vrednosti za nju veći.

Za primer 2, uzet je dan kada se spoljašnja temperatura menja od -10°C do 5°C . Pretpostavljeno je da je temperatura vode sa stalnim protokom 100°C i protok pumpe je 80%. Na slici ispod (Slika 9) je prikazano pređenje sistema kojim upravlja fazi regulator sa sistemom sa konstantnim protokom vode kroz pumpe.



Slika 9. Poređenje dva sistema, primer 2

Za primer 3, uzet je dan kada se spoljašnja temperatura menja od 5°C do 15°C . Pretpostavljeno je da je temperatura vode sa stalnim protokom je 90°C i protok pumpe je 80%. Na sledećoj slici (Slika 10) je prikazano pređenje sistema kojim upravlja fazi regulator sa sistemom sa konstantnim protokom vode kroz pumpe.



Slika 10. Poređenje dva sistema, primer 3

7. ZAKLJUČAK

Fazi regulator je zamišljen tako da na osnovu četiri ulazna parametra (*spoljna_temp*, *senzor1*, *senzor2*, *senzor3*) proračunava potrebne izlazne vrednosti. Da bi se uočile prednosti ovog sistema poredili smo ga sa sistemom koji ima konstantan protok vode kroz pumpe, 80%. Sistem je realizovan i testiran u programskom paketu MATLAB. Simulacioni eksperimenti su izvedeni u tri primera. U prvom primeru, uzet je hladniji dan, u kom se temperatura menja od -25°C do -10°C . Uporedili smo sistem koji koristi fazi regulator sa sistemom koji ima konstantni protok vode. Dobili smo uštedu energije od 13,63%. U drugom primeru, uzet je dan u kom se temperatura menja od -10°C do 5°C . Upoređen je sistem koji koristi fazi regulator sa sistemom koji ima konstantni protok. Ušteda koju smo ovde ostvarili je 16%. U poslednjem, trećem primeru, uzet je dan u kojem se temperature menja od 5°C do 15°C . Takođe je upoređen sistem sa fazi regulator sa konstantnim sistemom. Ušteda je 15%. Na osnovu svega gore navedenog moguće je izvesti zaključak da sistem gradskog grejanja koji se zasniva na primeni fazi upravljanja omogućava uštedu energije u odnosu na sistem koji koristi konstantan protok vode, a samim tim primena ovakvog sistema pruža i ekonomsku isplativost. Sistem gradskog grejanja kojim upravlja fazi kontroler može biti osnova za buduća istraživanja koja bi za cilj imala unapređenje efikasnosti i uštede energije.

8. LITERATURA

- [1] Enkhjargal, K., Purevjal, O., Namkhainyam, B., „Improvement energy efficiency of district heating systems”
- [2] L. Zadeh : „Fuzzy Sets”, Information and Control Journal, Volume 8, Issue 3, 1965., pp 338-353.
- [3] Klaus Weber, Dag Martinsen, „Fuzzy Sets and Systems”, Volume 231, 16 November 2013, Pages 1-25
- [4] D. Driankov, H. Hellendoorn, M. Reinfrank: „Introducing to Fuzzy Control“, Springer-Verlag, 1993.
- [5] Oussama Ibrahim, Farouk Fardoun, Rafic Younes, Hasna Louahlia-Gualous, „Building and Environment”, Available online 8 October 2013
- [6] A.M. Prokhorenkov, A.S. Sovlukov, „Computer Standards & Interfaces”, Volume 24, Issue 2, June 2002, Pages 151-159

Kratka biografija:



Daniela Tot rođena je 04.01.1988. godine u Zrenjaninu. Završila je srednju Elektrotehničku i građevinsku školu „Nikola Tesla“ u Zrenjaninu, 2007. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisala iste godine, odsek elektrotehnika i računarstvo, smer računarstvo i automatika. Osnovne akademske studije završila je 2011. godine i nastavlja obrazovanje upisom master akademskih studija istog usmerenja. Ispunila je sve obaveze i položila sve ispite predviđene studijskim planom i programom.

IMPLEMENTACIJA JEDNOG REŠENJA RASPOREĐIVAČA ZADATAKA U PRIVATNOM CLOUD OKRUŽENJU

IMPLEMENTATION OF A JOB SCHEDULER IN PRIVATE CLOUD ENVIRONMENT

Dušan Nenadić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je dizajnirana i implementirana arhitektura raspoređivača zadataka u privatnom cloud okruženju. Raspoređivač prihvata zadatke od strane klijenata i raspoređuje ih na odgovarajuće računare, gde se zadaci izvršavaju. Po završetku izvršavanja rezultati se vraćaju nazad do klijenta. Obezbeđena je visoka dostupnost svih komponenti. U svrhu implementacije su iskorišćena svojstva Hyper-V, Service Bus i Network Load Balancing tehnologija.

Abstract – This paper presents a design and implementation architecture of the job scheduler in the private cloud environment. The scheduler accepts assignments from clients and assigns them to appropriate computers, where the jobs are executed. Upon completion of the execution, results are sent back to the client. Solution provides the high availability of all components. Hyper-V, Service Bus and Network Load Balancing features are used for implementation.

Ključne reči: Cloud computing, virtualizacija, distribuirani sistemi, raspoređivač zadataka

1. UVOD

Jedan od osnovnih i najvećih problema savremenih IT organizacija predstavljaju troškovi nabavke skupe opreme i softvera, kao i obezbeđivanje podrške za njihovo pravilno funkcionisanje. Taj problem se dodatno uvećava kada posle određenog vremena kupljeni resursi više nisu potrebni ili ako kupljena oprema postane neodgovarajuća za dalju upotrebu. Takođe, računarski sistemi omogućavaju rešavanje raznovrsnih tipova problema, gde neki od problema zahtevaju veliku procesnu moć ili veliki memorijski prostor, tako da postaje nemoguće da se takvi problemi reše na jednom računaru. Cloud computing [1], zasnovan na virtualizaciji, zajedno sa distribuiranim sistemima [2] u cloud okruženju predstavljaju jedno od rešenja za navedene probleme. Distribuirani sistemi u cloud okruženju su sve češći zbog niza novina i prednosti koje donosi ovaj pristup. Upotreba virtualizacije značajno unapređuje kvalitet IT infrastrukture uz povećanje stepena iskorišćenosti resursa, što dovodi do uštede kako novca tako i energije.

Ovaj rad se bavi dizajnom i implementacijom raspoređivača zadataka u privatnom cloud okruženju.

NAPOMENA:

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

Raspoređivač prihvata zadatke od strane klijenata i raspoređuje ih na odgovarajuće računare, gde se zadaci izvršavaju. Po završetku izvršavanja rezultati se vraćaju nazad do klijenta. Cilj istraživačkog segmenta ovog rada je, između ostalog bio da se istraže mogućnosti privatnog cloud okruženja, kao i tehnologije koje uz njega dolaze. U poglavlju 2 su opisane korišćene tehnologije. U poglavljima 3 i 4 je opisana arhitektura, kao i sama implementacija rešenja. Potom slede rezultati na osnovu testiranja, i na kraju zaključak na osnovu rezultata.

2. AKTUELNO STANJE U OBLASTI

U ovom poglavlju su pomenute tehnologije koje su izučene za potrebe implementacije rešenja.

2.1. Hyper-V

Hyper-V [3] predstavlja Microsoft-ov hipervizor. Pruža novi sigurnosni model i višekorisničku izolaciju kako bi obezbedio izolaciju virtuelnih mašina, čak i kada se nalaze na istom fizičkom serveru. Prošireni skup mogućnosti virtuelnog prekidača (eng. switch) omogućava pravljanje plug-in-a za napredne sigurnosne i mrežne mogućnosti. Fleksibilna infrastruktura predstavlja ključ za olakšano upravljanje i pristup virtuelnim mašinama. Hyper-V omogućava migriranje virtuelnih mašina, njihovu replikaciju, kao i efikasno nadgledanje i upravljanje svim resursima u sistemu. Takođe, olakšan je rad sa skladištima podataka, kao i obezbeđivanje visoke dostupnosti svih komponenti.

2.2. Network Load balancing (NLB)

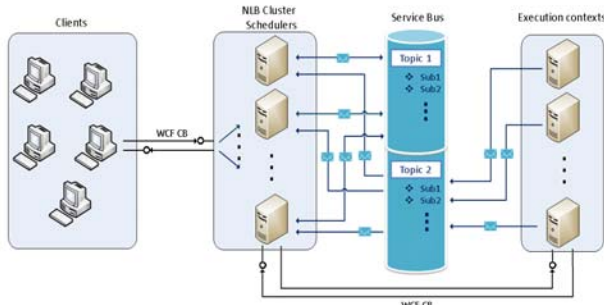
Network Load balancing [4] klaster (NLB) predstavlja Microsoft-ovo rešenje za uravnotežavanje opterećenja računara unutar klastera. Predstavlja grupu servera koja se koristi ne samo da bi se obezbedilo uravnotežavanje opterećenja, već i za bolju proširivost sistema. Omogućava da se zahtevi klijenata transparentno raspoređuju između servera. Sa stanovišta klijenta, NLB klaster izgleda kao jedan server. Automatski otkriva servere koji su se isključili iz klastera i pritom preraspodeljuje zahteve klijenata na preostale računare. Ovo sprečava mogućnost da klijenti šalju zahteve serveru koji je otkazao. Takođe, NLB ima opciju za određivanje dela opterećenja koji će biti dodeljen svakom računaru. Klijenti se statistički raspodeljuju između računara tako da svaki server srazmerno prima svoj udeo pristiglih zahteva. Kao što je i napomenuto, pored uravnotežavanja opterećenja, NLB podržava i proširivost u smislu da kada porastu zahtevi mreže, u klaster se dodaju novi serveri uz minimalno dodatno administrativno održavanje.

2.3. Service Bus za Windows Server

Service Bus za Windows Server [5] predstavlja skup komponenti koje omogućavaju razmenu poruka kao na sistemu Windows Azure Service Bus [6]. Omogućava izgradnju, testiranje i pokretanje slabo povezanih, porukama uslovljenih aplikacija. Service Bus redovi čekanja, nude pouzdano skladištenje i dobavljanje poruka sa izborom protokola i API-a. Bazirajući se na istim temeljima, Service Bus *topic* pruža širok skup *publish/subscribe* (*pub/sub*) funkcionalnosti, koje omogućavaju da više istovremenih pretplatnika nezavisno preuzimaju filtrirane i nefiltrirane oglašene poruke. Kako bi se obezbedila visoka dostupnost (eng. *high availability*), moguće je napraviti farmu Service Bus-eva.

3. DIZAJN ARHITEKTURE SISTEMA

Arhitektura sistema se sastoji iz tri celine. Klijenata koji šalju zadatke (eng. *job*) koji treba da se izvrše, raspoređivača (eng. *scheduler*) koji preuzimaju zadatke od strane klijenata, i po određenom algoritmu ih šalju na izvršne mašine (eng. *execution context node*), koje izvršavaju zadatke i vraćaju rezultate do raspoređivača, a oni potom do samih klijenata (slika 1).



Slika 1: Arhitektura predloženog rešenja

Kao što se sa slike 1 može videti, raspoređivači se nalaze u NLB klasteru. Kada klijent šalje zadatak raspoređivačima, šalje ga na IP adresu klastera. Postojanje klastera omogućava da klijenti uvek šalju zadatak na istu IP adresu, odnosno da ne moraju da vode računa o adresama raspoređivača. NLB klaster, kao što mu i samo ime govori vrši balansiranje opterećenja računara unutar klastera. Time je obezbeđeno da se pristigli zadaci nasumično raspoređuju na aktivne raspoređivače unutar klastera. Značaj raspoređivanja zadataka na više raspoređivača je višestruk. Jedan od najbitnijih je da se raspoređivanjem na više raspoređivača omogućava da se u slučaju pada jednog od njih, ne izgube svi pristigli zadaci od strane klijenata. Takođe, postojanje više raspoređivača omogućava da u svakom trenutku postoji raspoređivač koji će primiti zadatak od strane klijenta i proslediti ga na izvršavanje. Raspoređivači između sebe razmenjuju pristigle zadatke, tako da svi raspoređivači imaju kod sebe listu svih zadataka koji su pristigli na raspoređivače. U grupi raspoređivača bira se jedan, primarni, koji raspoređuje pristigle zadatke. Treba napomenuti da svi raspoređivači po pokretanju dobijaju informaciju o stanjima izvršnih mašina (zauzeće procesorskog vremena i radne memorije). Potom, kada se zauzeće na nekoj mašini promeni za određenu vrednost (npr. poraste ili padne za 20%), šalje se informacija svim raspoređivačima o datoj promeni. Kada raspoređivač

primiti informaciju da treba da pošalje na izvršavanje određeni zadatak, na osnovu stanja izvršnih mašina, bira onu kojoj će poslati zadatak. Po slanju zadatka na izvršavanje, obaveštava raspoređivače da je dati zadatak u procesu izvršavanja. Po završetku izvršavanja zadatka, rezultat se vraća do raspoređivača i on ga prosleđuje do samog klijenta. U slučaju pada primarnog raspoređivača, novi dobija ulogu primarnog i mogućnost da raspoređuje zadatke. Pošto svi raspoređivači održavaju informacije o stanjima izvršnih mašina kao i informacije o zadacima koji su pristigli na raspoređivače, posle izbora novog primarnog raspoređivača, odmah postoje sve potrebne informacije za njegov rad, odnosno nema potrebe da se troši vreme na prikupljanje potrebnih informacija. Kao što se sa slike 1 može videti sva komunikacija između raspoređivača, kao i između raspoređivača i izvršnih mašina prilikom prikupljanja informacija o stanjima resursa izvršnih mašina se obavlja pomoću *pub/sub*-a [7]. Komunikacija između klijenta i raspoređivača, kao i slanje zadataka na izvršavanje, i potom vraćanje rezultata se obavlja koristeći *WCF Callback* operacije [8]. Na slici 1 je prikazan način organizacije komunikacije pomoću *pub/sub*-a koristeći Service Bus. Komunikacija je realizovana uz pomoć dva *topic*-a. Prvi, označen kao "Topic 1", služi za komunikaciju između raspoređivača. Sva komunikacija između raspoređivača se odvija tako što raspoređivači oglašavaju poruke na *topic*, odakle svi pretplaćeni raspoređivači mogu da prime te poruke. Treba napomenuti da se prilikom pretplata koriste filteri kako bi se poruke filtrirale i tako usmerile samo na željene raspoređivače. Poseban *topic* (Topic 2), se koristi za obaveštavanje raspoređivača o stanjima procesorskog vremena i radne memorije na izvršnim mašinama. Izvršne mašine poruke oglašavaju na *topic*, odakle ih pretplaćeni raspoređivači preuzimaju.

4. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

4.1. Inicijalizacija sistema

Prilikom podizanja raspoređivača, odnosno računara u NLB klasteru, postoji period inicijalizacije sistema. Period inicijalizacije služi za izbor primarnog raspoređivača, primanje inicijalnih vrednosti o stanjima aktivnih izvršnih mašina, kreiranje *topic*-a i pretplata na određene poruke koje stižu uz *topic*. Po završetku inicijalizacije sistema, sistem je spreman da prihvati zadatke i raspoređuje njihovo izvršavanje.

4.2. Slanje *heartbeat* informacija

Po pokretanju svaki raspoređivač šalje *heartbeat* informacije, oglašavajući poruku na *topic*, odakle ih prethodno pretplaćeni raspoređivači preuzimaju. Na ovaj način je obezbeđeno da svaki raspoređivač može da vodi evidenciju kako o aktivnim raspoređivačima, tako i o raspoređivačima koji su prestali biti aktivni ili o novim raspoređivačima koji su se aktivirali.

4.3. Izbor primarnog raspoređivača

Po pokretanju svaki raspoređivač se pretplati na primanje poruke od primarnog raspoređivača. Ukoliko ne dobija nikakve informacije, zaključuje da nema primarnog i kreće u izbor novog primarnog na osnovu liste aktivnih raspoređivača. Izbor novog se obavlja tako što

raspoređivač uvidom u listu aktivnih bira onaj sa najmanjom IP adresom. Na ovaj način je obezbeđeno da u slučaju istovremenog izbora primarnog od strane više raspoređivača, svi izaberu jedan isti za primarni. Pošto svi raspoređivači imaju listu svih pristiglih zadataka, nije bitno koji je izabran za primarni, tako da je predloženi algoritam izbora primarnog sasvim dovoljan. Po izboru raspoređivača kao primarnog on se periodično oglašava slanjem poruke na *topic*, čime su svi raspoređivači obavešteni o njegovom postojanju. Treba napomenuti da se tokom izbora novog primarnog raspoređivača, zadaci i dalje nesmetano primaju i raspodeljuju između mašina. Od trenutka izbora primarnog počinje proces raspoređivanja pristiglih zadataka.

4.4. Proces prihvatanja i raspoređivanja zadataka

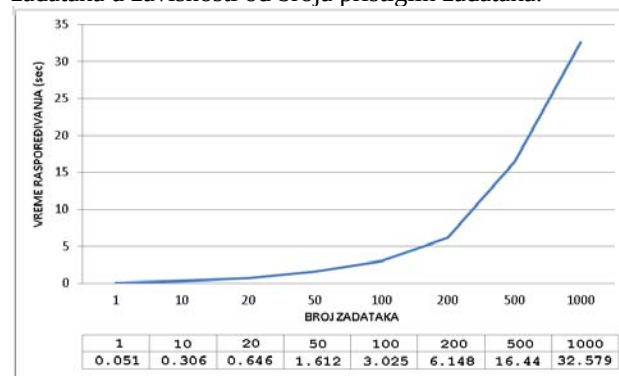
Pošto korisnik pošalje zadatak na izvršavanje, poslati zadatak stiže do NLB klastera. Pored zadatka koji se šalje, pošalje se i njegov prioritet, koji je od značaja prilikom raspoređivanja zadataka. NLB klaster će pristigli zadatak proslediti na određeni raspoređivač. Kada raspoređivač primi zadatak, prvo proveriti da li je dati korisnik registovan. Ukoliko nije, vrši se registracija korisnika, kako bi raspoređivač znao koji klijent je poslao koji zadatak. Na osnovu toga raspoređivač zna kome da vrati rezultat izvršavanja svakog zadatka. Posle provere registracije korisnika, primljeni zadatak se upisuje u listu primljenih zadataka. Po smeštanju primljenog zadatka, raspoređivač oglašava putem *topic*-a ostalim da je primljen novi zadatak. U poruci poslatoj na *topic* nalaze se podaci o primljenom zadatku kao što su: IP adresa raspoređivača koji je primio dati zadatak, ID zadatka, vreme prijema, informacija da li je zadatak u procesu izvršavanja kao i prioritet zadatka. Primarni raspoređivač po prijemu zadataka, kreće u proces raspoređivanja. Prethodno je pomenuto da svi raspoređivači primaju informacije o stanjima resursa izvršnih mašina. Pre procesa raspoređivanja zadataka, primarni raspoređivač proveriti da li ima aktivnih i resursima slobodnih (slobodno procesorsko vreme i memorijski prostor) izvršnih mašina. U slučaju da ih nema proces raspoređivanja se neće odvijati. U trenutku kada se aktivira bar jedna izvršna mašina, raspoređivač kreće u proces raspoređivanja zadataka. Primarni raspoređivač pristupa informacijama o pristiglim zadacima i bira najprioritetniji i najstariji zadatak kao zadatak koji će se sledeći slati na izvršavanje. U slučaju da mašine nisu vremenski sinhronizovane, pojavio bi se problem određivanja najstarijeg pristiglog zadatka. U realizovanom rešenju, ovaj problem je rešen pomoću PDC (eng. *Primary Domain Controller*) uloge. Naime, PDC uloga vrši sinhronizaciju časovnika svih računara u domenu. Naravno, postoji mogućnost da u toku rada dođe do razilaženja između računara. Iz tog razloga je moguće podesiti period koliko često će PDC vršiti sinhronizaciju računara, kako bi se što više smanjila mogućnost razilaženja časovnika računara. Po izboru najprioritetnijeg i najstarijeg zadatka, primarni raspoređivač šalje informaciju raspoređivaču koji je taj zadatak primio od klijenta, kako bi ga ovaj poslao na izvršavanje. Po prijemu informacije o zahtevu slanja zadatka na izvršavanje, raspoređivač odlučuje na koju izvršnu mašinu će poslati zadatak. Kao najpogodnija mašina za izvršavanje se uzima mašina sa najboljim

odnosom slobodnog procesorskog vremena i zauzeća radne memorije. Po određivanju odgovarajuće izvršne mašine zadatak se šalje na izvršavanje. Pošto se zadatak pošalje na izvršavanje, javi se svim raspoređivačima da je dati zadatak u procesu izvršavanja. Po završetku izvršavanja zadatka, rezultat se vraća sa izvršne mašine na raspoređivač, koji ga potom vraća klijentu. Pošto se zadatak završi, odnosno kada raspoređivač primi rezultat, sledi informisanje svih raspoređivača da je zadatak završen i on se briše iz svih listi primljenih zadataka.

Prilikom rada sistema moguće je da dođe do pada određenih komponenti. Ukoliko dođe do pada klijenta, brišu se svi zadaci koje je dati klijent poslao na raspoređivače. U slučaju da je neki od tih zadataka u procesu izvršavanja, izvršavanje se prekida. Ovim je obezbeđeno da se sistem ne usporava i ne troše resursi sistema. Ukoliko padne neki od raspoređivača prekidaju se zadaci koje je on poslao na izvršavanje, dok će ostali raspoređivači detektovati pad, na osnovu *heartbeat* informacija i izbrisati zadatke koje je dati raspoređivač primio. Takođe, klijent dobije informaciju da je pao raspoređivač na koji je poslao zadatke, te ih može ponovo poslati. Ukoliko dođe do pada neke od izvršnih mašina, raspoređivači koji su poslali zadatke na tu mašinu dobiju informaciju o padu. Po prijemu te informacije, obaveštavaju se svi raspoređivači da se dati zadaci ponovo nalaze u procesu raspoređivanja. Takođe, postoji mogućnost da se u klasteru pojavi novi raspoređivač ili da se ponovo aktivira raspoređivač koji je prethodno pao. U tom slučaju, po pristupanju klasteru raspoređivač obavesti sve aktivne raspoređivače o svojoj aktivaciji, te mu oni šalju informacije o zadacima koje su primili, čime novopristigli raspoređivač ima sve potrebne informacije za dalji rad.

5. REZULTATI TESTIRANJA

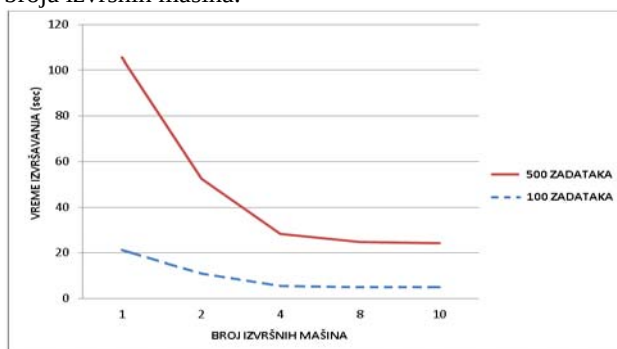
Testiranje implementiranog rešenja je izvršeno u privatnom *cloud* okruženju. Privatni *cloud* je podignut na 10 *Blade* servera. Svaki od servera sadrži 2xCPUx12 tredova, i po dve 1Gb/s mrežne kartice. Na *Blade* mašinama su podignute virtuelne mašine sa četiri virtuelna procesora i 12GB RAM memorije. Na svim mašinama je instaliran *Windows Server 2012*. Na slici 2 je prikazan grafik i tabela sa vremenima raspoređivanja zadataka u zavisnosti od broja pristiglih zadataka.



Slika 2: Vremena raspoređivanja zadataka

Na osnovu dobijenih rezultata može se videti da vreme izvršavanja zadataka raste sa porastom broja pristiglih zadataka. Ovo je očekivano jer samo jedan, primarni raspoređivač raspoređuje pristigle zadatke. Dodatnim

testiranjem je utvrđeno da se najveći deo vremena, tokom raspoređivanja zadataka utroši na proces komunikacije zasnovane na Service Bus-u. Naime, od 51ms potrebne za raspoređivanje jednog zadatka, 48ms je potrebno za proces Service Bus komunikacije, dok je 3ms potrebno za sam algoritam raspoređivanja zadataka. Dakle, oko 94% vremena se potroši na komunikaciju. Treba napomenuti da je ovo slučaj kada se prvi put raspoređuje zadatak, tako da se dobar deo vremena utroši na otvaranje komunikacionog kanala. Po otvaranju kanala, kao što se i vidi iz tabele rezultata sa slike 2 komunikacija se odvija brže tako da vreme komunikacije pomoću Service Bus-a opadne na oko 30ms. Na slici 3 su prikazana vremena raspoređivanja i izvršavanja zadataka u zavisnosti od broja izvršnih mašina.



Slika 3: Vreme izvršavanja zadataka

Prilikom testiranja svi zadaci su se izvršavali isti vremenski period. Tokom perioda izvršavanja svakog zadatka zauzme se 25% opterećenja procesora i memorije. Na osnovu rezultata vidi se kako sa povećanjem broja izvršnih mašina opada period potreban da se zadaci izvrše i rezultat vrati do klijenta. Takođe se može primetiti da povećanjem broja izvršnih mašina, vreme potrebno za obradu zadataka postaje konstantno. Ovo je očekivano ponašanje pošto se u toku procesa raspoređivanja neki zadaci izvrše i time oslobode resurse, čime nema potrebe za daljim povećavanjem broja izvršnih mašina. Naravno, prilikom testiranja svi zadaci su izvršavani isti vremenski period. U realnosti to nije slučaj, tako da u svakom slučaju veći broj izvršnih mašina omogućava bržu obradu zadataka. Takođe, testiranjem je potvrđeno da se proces detekcije nepostojanja primarnog raspoređivača, kao i izbora novog primarnog odvija uspešno. Pored navedenog, testiranjem je potvrđeno da se proces prikupljanja informacija o pristiglim neobrađenim zadacima prilikom aktiviranja novog raspoređivača odvija uspešno.

6. ZAKLJUČAK

Cloud, zasnovan na virtuelizaciji sa svojom fleksibilnom prirodom predstavlja moćnu tehnologiju kojom je omogućena maksimalna iskorišćenost, kao i upravljanje resursima. Fleksibilna infrastruktura omogućava veoma efikasno kreiranje, konfiguraciju, upravljanje i nadzor čitavog sistema. Zahvaljujući karakteristikama Hyper-V olakšano je i obezbeđivanje visoke dostupnosti instaliranih komponenti.

U ovom radu je osmišljena i implementirana arhitektura raspoređivača zadataka u privatnom cloud okruženju, uz obezbeđivanje visoke dostupnosti realizovanih

komponenti. Testiranjem je potvrđeno da realizovano rešenje vrši efikasno prihvatanje i raspoređivanje zadataka, kao i slanje na izvršavanje i potom vraćanje rezultata klijentu. Takođe je obezbeđeno da u slučaju otkaza neke od komponenti sistem nastavlja nesmetano sa daljim radom.

Iz prikazanih rezultata se može zaključiti da se najveći deo vremena tokom raspoređivanja zadatka troši na proces komunikacije Service Bus-om. To predstavlja mesto gde se rad sistema može dodatno poboljšati. Treba napomenuti da se pokušala primeniti i tehnologija SR-IOV [3], čija bi upotreba ubrzala proces komunikacije. Međutim, ova tehnologija nije bila podržana na privatnom cloud okruženju na kom je realizovano rešenje. Pored unapređenja procesa komunikacije, sistem se može unaprediti omogućavanjem da svaki od raspoređivača vrši raspoređivanje zadataka, a ne samo primarni. Pri čemu bi svaki od njih kod sebe izvršavao zadatke, dok bi se tek u slučaju preopterećenja resursa, zadaci slali na izvršavanje na izvršne mašine. Prostora za unapređenje ima i u proširenom skupu mogućnosti virtuelnog prekidača.

7. LITERATURA

- [1] Youseff L., Butrico, M., Da Silva, D. "Toward a unified ontology of cloud computing", Grid Computing Environments Workshop, 2008.
- [2] Tanenbaum, A.S., van Steen, M. "Distributed Systems: Principles and Paradigms (2nd Edition)", Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, USA, 2006.
- [3] A. Finn, M. Luescher, P. Lownds, D. Flynn, "Windows Server 2012 Hyper-V", March 2013
- [4] Kenneth Schaefer, Jeff Cochran, Scott Forsyth, Dennis Glendinning, Benjamin Perkins, "Professional Microsoft IIS 8", Wrox, 2012
- [5] Microsoft MSDN, Service Bus for Windows Server, Architecture Overview <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsazure/jj193012.aspx>, uvid u dokument, Avgust, 2013
- [6] Tejaswi Redkar, Tony Guidici, "Windows Azure Platform – Second Edition", Springer Science +Business Media, 2011
- [7] Jian Li, XiaoQiang Ji, Xue Liut, JianGuo Yao, Sathish Gopalakrishnan, Fei Hu, "Topic-Based Resource Allocation for Real-Time Publish/Subscribe Communication Systems", Communications and Networking in China (CHINACOM), 2010 5th International ICST Conference, pp. 1-9, Aug. 2010
- [8] Juval Löwy, "Programming WCF Services", O'Reilly Avgust 2010

Kratka biografija:



Dušan Nenadić je rođen 04.09.1989 u Splitu. Završio je srednju elektrotehničku školu u Indiji 2008. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2008. godine. Ispunio je sve obaveze i položio sve ispite predviđene studijskim programom. Bsc diplomu stekao je 2012. godine na usmerenju Računarska tehnika i računarske komunikacije. Iste godine upisuje master studije na usmerenju Primenjene računarske nauke i informatika.

OPTIMALNO ANGAŽOVANJE GENERATORA POMOĆU PSO ALGORITMA I MIP METODE**SOLVING THE UNIT COMMITMENT PROBLEM WITH PSO ALGORITHM AND MIP METHOD**Nebojša Marjanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu su PSO (Particle Swarm Optimization) algoritmom i MIP (mixed-integer programming) metodom vršene optimizacije funkcije za optimalno angažovanje generatora. Cilj funkcije je da odredi optimalnu količinu generisane snage generatora u sistemu da bi se zadovoljila potrošnja električne energije i rezerva snage u određenom vremenskom intervalu, tako da uz zadovoljavanje različitih operativnih ograničenja ukupna cena proizvodnje bude minimalna.

Abstract – In this article, particle swarm optimization algorithm (PSO) and mixed-integer programming method (MIP) are proposed to solve thermal unit commitment (UC) problem. The objective of UC is to determine the optimal generation of the committed units to meet the load demand and spinning reserve at each time interval, such that the overall cost of generation is minimized, while satisfying different operational constraints.

Ključne reči: optimizacija, generator, PSO, MILP, unit commitment

1. UVOD

U vremenu kada svetska potražnja za električnom energijom raste, potrebno je voditi računa kako ostvariti uštede u pogledu resursa i smanjiti troškove proizvodnje energije. Da bi se uštede ostvarile, neophodno je precizno upravljanje proizvodnjom električne energije.

Optimalno angažovanje generatora (*Unit Commitment*) je važan korak u planiranju proizvodnje električne energije. Primarni cilj optimizacije angažovanja generatora svodi se na kreiranje rasporeda rada generatora, odnosno odabir generatora koji treba da se uključe ili isključe u određenom vremenskom intervalu za koji se radi planiranje. Taj interval može da bude od jednog dana do dve nedelje, i uglavnom je podeljen na podintervale od jednog sata. Nivo generisane snage koji generator mora da zadovolji je određen funkcijom koja vrši optimizaciju, i generatori koji su uključeni moraju da ostvare planiranu potrošnju i rezervu sistema, kao i veliki broj tehničkih ograničenja. Praktično, problem optimizacije rada generatora je nelinearan, nekonveksnog tipa, sa višestrukim lokalnim optimalnim tačkama. Rešenje ovog problema ima veliku praktičnu primenu, jer planiranje

rada generatora može da ostvari veliku uštedu za sve kompanije koje se bave proizvodnjom električne energije. Iz tog razloga, i zbog svoje velike složenosti, ovaj problem je tema velikog broja istraživačkih radova. Čak i posle nekoliko decenija intenzivnog istraživanja, i dalje se postižu pomaci u ovoj oblasti.

2. RAZVOJ

Za rašavanje problema optimizacije korišćeni su različiti metodi. Neke od metoda su kreiranje liste prioriteta, dinamičko programiranje, *Lagrange relaxation*, *Unit decommitment*. Pored ovih metoda postoji grupa metoda koje se zasnivaju na veštačkoj inteligenciji i metodama pretraživanja. Neke od tih metoda su veštačke neuronske mreže, fuzzy sistemi, genetski algoritmi i hibridni modeli. Nekoliko metoda koje su korišćene za rešavanje problema optimizacije angažovanja generatora:

1. Liste prioriteta – ovo je jedan od najjednostavnijih načina za rešavanje ovog problema. Ovaj metod rangira generatore prema krajnjoj ceni i onda uključuje generatore prema njihovoj rangiranosti na listi. Ova metoda je imala nekoliko poboljšanja tokom godina, međutim rešenja često nisu optimalna.
2. Dinamičko programiranje (DP) – DP se zasniva na *Theorem of optimality*, navodeći da optimalno rešenje mora da sadrži samo optimalna podrešenja. Postoji nekoliko načina da se implementira DP algoritam. Implementacija DP algoritma za velike sisteme je prilično komplikovana [1].
3. *Lagrange relaxation* (LR) – LR je metod koji je najpoznatiji i najviše korišćen za rešavanje problema u ovoj oblasti. Metod se zasniva na dvostrukoj optimizaciji. Lagranžova funkcija problema je napisana zajedno sa ograničenjima generatora. Prvo se smanji striktnost ograničenja. Posledica toga je da se lagranžova funkcija podeli na sve generatore sistema. Ostatak rešavanja podrazumeva dvostruku optimizaciju. Metod je iterativan i u stanju je da podrži veliki broj generatora. Problem ovog metoda je što njegovo rešenje nije uvek primenjivo [2].
4. *Unit decommitment* – ovaj metod podrazumeva da su početnom stanju svi generatori uključeni. Generatori se gasu jedan po jedan, proverava se da li je predviđena potrošnja zadovoljena i ukupna cena troškova smanjena. Metod daje rešenja koja često nisu optimalna i ušteda postignuta ovim metod je najmanja od svih ostalih metoda.

NAPOMENA:

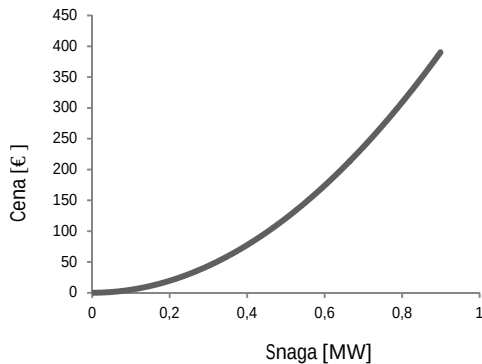
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Erdeljan, vanr. prof.

3. FORMULACIJA PROBLEMA

Cilj funkcije za optimalno angažovanje generatora jeste da se smanji ukupna cena proizvodnje električne energije u predviđenom vremenskom intervalu. Ta cena se sastoji od: cene goriva, cene dostave goriva, i cene startovanja generatora. Troškovi rada termo generatora su definisani krivom troškova koja se obično aproksimira kvadratnom funkcijom troškova:

$$F_j(P_{j,t}) = a_j + b_j P_{j,t} + c_j P_{j,t}^2 \quad (1)$$

gde je $P_{j,t}$ snaga generisanja greneratora, $F_j(P_{j,t})$ troškovi generisanja u novčanim jedinicama, a_j stalni troškovi, b_j linearni koeficijent troškova generisanja, c_j kvadratni koeficijent troškova generisanja. Svaki generator ima svoju krivu troškova generisanja prikazanu na slici 1. koja zavisi od mnogih parametara (kvaliteta uglja, kvaliteta kotlova, samih generatora, itd...) .



Slika 1. Kriva troškova generisanja

Troškovi starta generatora van pogona vezani su za temperaturu kotla, odnosno vreme koje je generator proveo van pogona. Troškovi će biti veliki, predstavljeni sa $SU_{c,j}$, ukoliko vreme van pogona traje duže od $T_{cold,j}$. U suprotnom, troškovi starta će biti nešto manji, definisani sa $SU_{H,j}$. Troškovi starta predstavljeni su formulom:

$$SU_{j,t} = \begin{cases} SU_{H,j}, & \text{ako } MDT_j \leq TOF_{j,t} \leq MDT_j + T_{col,j} \\ SU_{c,j}, & \text{ako } TOF_{j,t} > MDT_j + T_{col,j} \end{cases} \quad (2)$$

gde je TOF_j vreme koje je generator j proveo van pogona do sata t , i MDT_j je minimalno vreme koje generator j mora da provede van pogona.

Algoritam vrši optimizaciju N generatora na vremenskom horizontu od T sati. Matematički gledano to predstavlja minimizaciju nelinearne funkcije uz neka tehnička ograničenja. Objektivna funkcija čija vrednost treba da se minimizuje predstavlja ukupne troškove generisanja svih generatora u sistemu. Cilj oprimizacije jeste minimizacija sledeće funkcije:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N [F_j(P_{j,t})u_{j,t} + SU_{j,t}(1 - u_{j,t-1})u_{j,t}] \quad (3)$$

gde $u_{j,t}$ predstavlja radni status generatora k u satu t , ($u_{j,t} = 1$ za generator u pogonu, $u_{j,t} = 0$ za generator van pogona), a $SU_{j,t}$ predstavlja troškove startovanja ugašenog agregata k koji zavise od vremena koje je agregat bio ugašen pre starta. Što je agregat duže ugašen, zbog hlađenja kotla,

troškovi starta su veći. Tehnička ograničenja generatora koja moraju biti uključena u model [3]:

1. Ograničenje generisane snage: suma generisanih snaga generatora u svakom satu intervala mora da zadovolji planiranu potrošnju za taj sat.

$$\sum_{j=1}^N P_{j,t} u_{j,t} = PD_t \quad (4)$$

gde je PD_t ukupna planirana potrošnja za t sat.

2. Ograničenje minimuma i maksimuma snage: snaga koju svaki generator generiše mora da bude u okviru njegovih tehničkih mogućnosti.

$$u_{j,t} P_{j,min} \leq P_{j,t} \leq u_{j,t} P_{j,max} \quad (5)$$

gde su $P_{j,min}$ i $P_{j,max}$ su minimalna i maksimalna snaga generatora, respektivno.

3. Ograničenje rezerve u sistemu: mora postojati određena količina rezerve da bi se smanjila mogućnost kvara u sistemu. Rezerva predstavlja predefinisanu količinu snage ili određeni procenat planirane potrošnje i predstavlja se kao

$$\sum_{j=1}^N P_{j,max} u_{j,t} \geq PD_t + SR_t \quad (6)$$

4. Dozvoljeni korak povećanja/smanjenja snage: zbog mehaničkih karakteristika i termalnih ograničenja generatora, raspon snaga uključenih generatora je ograničen njihovim korakom

$$RD_j \leq P_{j,t} - P_{j,(t-1)} \leq RU_j \quad (7)$$

gde su RD_j i RU_j koraci smanjenja i povećanja snage generatora j , respektivno.

5. Minimalno vreme koje generator mora da bude uključen/isključen: generator ne može biti uključen ili isključen u bilo kom trenutku. Ovo ograničenje je dato

$$u_{j,t} = \begin{cases} 1 & \text{ako } 1 \leq TON_{j,t-1} < MUT_j \\ 0 & \text{ako } 1 \leq TOFF_{j,t-1} < MDT_j \\ 0 \text{ ili } 1 & \text{u drugom slučaju} \end{cases} \quad (8)$$

4. PSO ALGORITAM

PSO (*Particle Swarm Optimization*) algoritam je stohastički, optimizacioni metod nastao modelovanjem ponašanja jata ili rojeva [4].

Zasniva se na socijalnopsihološkim osobinama koje određuju ponašanje neke populacije. Algoritam je srodan evolucionim optimizacionim paradigmama, poput genetskih algoritama. U oba algoritma prostor pretrage je aproksimiran populacijom jedinki gde svaka jedinka predstavlja jedno moguće rešenje. Međutim, za razliku od genetskih algoritama, PSO nema evolucione operatore kao što su ukrštanje i mutacija. Statičke osobine članova roja su predstavljene njihovim pozicijama u prostoru pretrage, tačnije vektorom dimenzije domena optimizacionog problema, dok je njeno ponašanje aproksimirano brzinom, inercijom i udaljenošću od optimalnih jedinki. Svaka jedinka u roju "pamti" najbolju poziciju koju je dostigla u prošlosti ($pBest$), svesna je globalno najbolje čestice ($gBest$) i eventualno najbolje

čestice u njenoj neposrednoj okolini ($nBest$). Na osnovu ovih vrednosti određuje se nova brzina čestice:

$$v_{ij} = W r_0 v_{ij} + C_1 r_1 (pBest_{ij} - x_{ij}) + C_2 r_2 (gBest_j - x_{ij}) \quad (9)$$

nova pozicija se računa po formuli:

$$x_{ij} = x_{ij} + v_{ij}, i=1, \dots, nPart, j=1, \dots, partDim \quad (10)$$

pri čemu su:

W – inercioni faktor čestice; r_0, r_1, r_2 - predstavljaju slučajno generisane brojeve između 0 i 1; C_1, C_2 - težine koje određuju kojim intenzitetom će čestica težiti ka svom, globalnom i lokalnom optimumu, drugačije se nazivaju socijalno-kognitivni koeficijenti; $bpBest_i$ - najbolja vrednost jedinke x_i ; $gBest$ - globalna najbolja vrednost u celoj populaciji; x_i, v_i – pozicija jedinke i i njena brzina; $nPart$ - ukupan broj jedinki u populaciji; $partDim$ - dimenzija jedinki.

Algoritam se izvršava u sledećim koracima:

1. Inicijalizuju se brzine i pozicije čestica nekim slučajnim vrednostima. Najbolje vrednosti jedinke su tekuće vrednosti ($pBest_i = x_i$)
2. Vršiti se evaluacija svih jedinki u roju, pri čemu se određuje globalno najbolja jedinka ($gBest_i$)
3. Ažuriraju se brzine i položaji svih jedinki na osnovu parametara, $gBest$ i $pBest_i$ koristeći formule (9) i (10)
4. Evaluiraju se jedinke i određuju nove vrednosti za $gBest$ i $pBest_i$
5. Ako je dostignuta zadovoljavajuća vrednost optimuma ili je dostignut zadati broj iteracija, algoritam završava rad, u suprotnom se nastavlja od koraka 3.

U odnosu na genetske algoritme, PSO se lako implementira i postoji nekoliko parametara koji se podešavaju. PSO se stoga uspešno primenjuje u mnogim naučnim oblastima: optimizacija funkcija, obuka veštačkih neuronskih mreža, fuzzy sistemi itd.

5. MIP METODA

Tokom niza godina jedini način za rešavanje problema optimizacije bio je pomoću *Lagrange relaxation* metode [2]. Problem je bio u nepostojanju konkretnog pristupa sposobnog da u razumno vreme reši zadati problem. Međutim, u poslednje vreme došlo je do dramatičnog razvoja matematičkih alata za rešavanje MIP modela. To je bio znak da treba učiniti značajnije napore u definisanju matematičkih formula koje bolje opisuju problem optimalnog angažovanja generatora, tako da bi se mogli iskoristiti pomenuti matematički alati. Ovo zahteva linearizaciju mnogih nelinearnosti u problemu, kao što je minimalno vreme generatora van pogona, minimalne i maksimalne snage generisanja generatora, itd.

Postoji mnogo radova u kojima je pokušano da se pronađe bolja formulacija ovog problema, a detalji jednog među prvima mogu se pronaći u [5].

Problemi koji za rešavanje koriste MIP modele obično uključuju optimizaciju linearne objektivne funkcije, sa linearnim jednakostima i nelinearnim ograničenjima. Neke ili sve promenljive treba da budu celobrojne. MIP problem sa n promenljivih i m ograničenja ima oblik:

Cilj: minimizovati $x^T Q x + q^T x$

Ograničenja:

- $A x = b$ (linearno ograničenje),
- $l \leq x \leq u$ (ograničenje intervala),
- $x^T Q_i x + q_i^T \leq b_i$ (kvadratno ograničenje),
- sve ili neke x vrednosti moraju biti celobrojne,

za modele sa kvadratnom objektivnom funkcijom ili kvadratnim ograničenjima. Algoritam koji se najviše koristi za rešavanje ovih modela jeste separacija i evaluacija (*eng. branch-and-bound*) [6]. Algoritam se sastoji iz sistematičnog nabiranja svih mogućih rešenja, gde se veliki podskupovi nepotrebni kandidata masovno odbacuju, korišćenjem procenjene gornje i donje granice količine koja je optimizovana. Algoritam se sastoji iz dva procesa. Prvi je proces deljenja, u kome se skup kandidata S deli na manje podskupove ograničavanjem intervala celobrojnih promenljivih. Za binarne promenljive postoje samo dva ograničenja, postavljanjem vrednosti na 1 ili 0. Drugi proces je procedura koja izračunava gornju i donju granicu za minimalnu vrednost funkcije iz datog podskupa skupa S . Ovaj korak se zove spajanje (*eng. bounding*). Glavna ideja algoritma je: ako je donja granica nekog čvora A veća od gornje granice nekog čvora B , onda A može bezbedno da se izbacuje iz pretrage. Ovaj korak se zove orezivanje i obično se implementira tako što se održava globalna varijabla m , koja čuva minimum gornje granice, pronađena među trenutno proverenim. Bilo koji čvor čija je donja granica veća od m može da se izbacuje. Rekurzija se zaustavlja kada se trenutni kandidat iz skupa S smanji na jedan element ili kada se gornja granica iz skupa S poklopi sa donjom granicom. Bilo koji element iz skupa S može biti minimum te funkcije.

6. REALIZACIJA PROGRAMSKOG REŠENJA

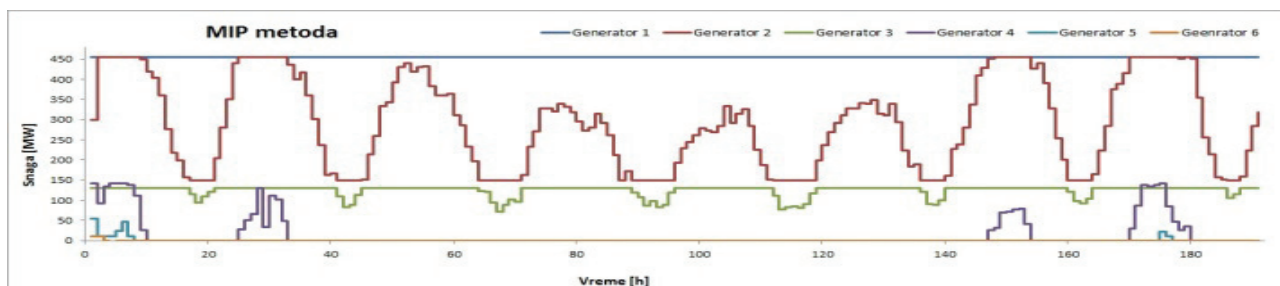
Programsko rešenje zadatka je realizovano programskim jezikom C# uz oslonac na razvojno okruženje Microsoft Visual Studio 2010.

6.1 Realizacija rešenja PSO algoritmom

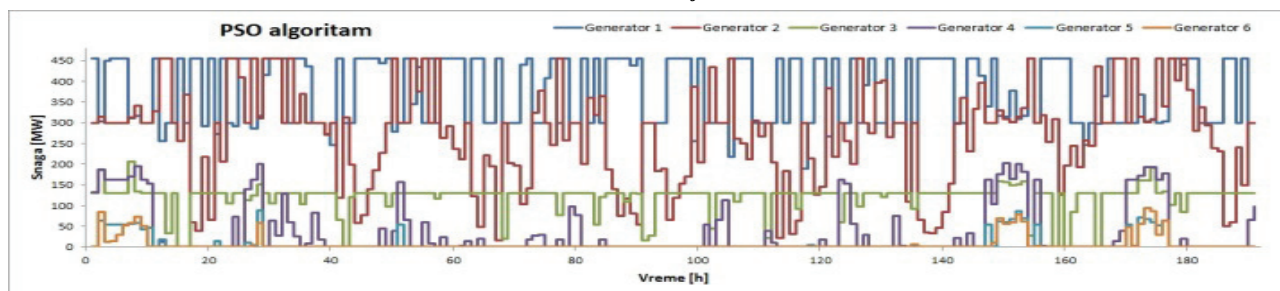
Da bi se izvršila odgovarajuća adaptacija PSO algoritma na problem optimizacije angažovanja generatora, mora se obratiti pažnja na tehnička ograničenja generatora. Dimenzija svake čestice, $partDim$, jednaka je broju generatora u sistemu. Inicijalizacija čestica na slučajan način, se vrši tako da suma generisanih snaga generatora u svakom satu intervala mora da zadovolji planiranu potrošnju za taj sat. Takođe, snaga koju svaki generator generiše mora da bude između minimuma i maksimuma njegovih mogućnosti. U suprotnom, čestica se ponovo inicijalizuje. Pozicije čestica se ažuriraju definisani broj iteracija, u skladu sa definisanim kriterijumom optimalnosti. Kako bi se smanjila mogućnost "zapadanja" čestice u lokalni minimum smanjen je uticaj globalne najbolje pozicije na dalje kretanje čestice. Ovo je urađeno iz zbog boljeg pretraživanja prostora pretrage. Provera ostalih ograničenja modela je izvršena pre same evaluacije čestica.

6.2 Realizacija rešenja MIP metodom

MIP metoda je realizovana pomoću *Microsoft Solver Foundation*, skupa razvojnih alata za matematičke simulacije, optimizacije i modelovanje. Alat kao matematičku podršku za rešavanje modela koristi mnoge popularne matematičke alate kao što su *Gurobi*, *Lpsolve*, *Ziena Knitro*, itd.



Slika 2. Prikaz rezultata dobijenih MIP metodom



Slika 3. Prikaz rezultata dobijenih PSO algoritmom

Sam proces konstruisanja modela sastoji se od prikupljanja potrebnih ulaznih podataka, postavljanja odgovarajućih ograničenja, i na kraju, određivanja cilja. Ulazni podaci predstavljaju planiranu potrošnju električne energije i skup generatora sistema. Cilj modela jeste minimizacija objektivne funkcije modela, odnosno funkcije koja predstavlja cenu ukupne potrošnje.

7. TESTIRANJE I PRIKAZ REZULTATA

Testiranje oba metoda je vršeno na računaru sa Intel Core2Duo procesorom na 2.5 GHz i sa 8 GB RAM memorije. Programsko rešenje je simulirano na sistemu koji se sastoji od 6 generatora i na vremenskom intervalu od 8 dana, odnosno 192 sata. Izabran je interval od 8 dana, jer je predviđanje za taj period vremena veoma važno za dispečere koji na osnovu predviđene potrošnje električne energije pristupaju kupovini električne energije u slučaju da se predviđa povećana potrošnja. Na slici 2. se mogu videti rezultati MIP metodom, a na slici 3. raspored rada generatora predviđen PSO algoritmom. Može se primetiti da je raspored po generatorima prilično različit, ali isto tako, i da su prva tri generatora konstatno u pogonu, a ostala tri se povremeno uključuju. Ovo je posledica krive troškova generisanja, koja određuje prva tri generatora znatno povoljnijim za zadata planiranu potrošnju. Testiranje je pokazalo da su rezultati postignuti MIP metodom neznatno bolji od PSO algoritma, a pokazatelj toga jeste ukupna cena generisanja električne energije.

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je primena PSO algoritma i MIP metode za rešavanje problema optimizacije angažovanja generatora. Analiza je pokazala da su oba pristupa sposobna da postignu optimum zadanog modela. Rezultati

dobijeni MIP metodom su opravdali očekivanja u pogledu veće brzine obrade podataka, i manjem broju iteracija potrebnih za postizanje optimuma. Pokazana je opravdanost primene ovih metoda na ovakvoj vrsti problema.

9. LITERATURA

- [1] Shi CC, Chun HC, Fomg I-K, Lah PB. *Hydroelectric generation scheduling with an effective differential dynamic programming algorithm*. 1990.
- [2] Yun-Won Jeong, Jong-Bae Park. *A New Quantum-Inspired Binary PSO for Thermal Unit Commitment Problems*, 2009.
- [3] Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. *Particle swarm optimization*. s.l. . 1995
- [4] T. Dillon, K. Edwin, H.-D. Kochs, and R. Taud. *Integer programming approach to the problem of optimal unit commitment with probabilistic reserve determination*. 1978.
- [5] Hansen, E.R. *Global Optimization using Interval Analysis*. 1992.
- [6] Tkayuki S, Kamu W. *Lagrangian relaxation method for price based unit commitment*. 2004.

Kratka biografija:



Nebojša Marjanović rođen je 11.09.1986. u Osijeku. Završio je srednju elektrotehničku školu „TŠ Mihajlo Pupin“ u Indiji 2005. godine i iste godine upisao Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i automatika, usmerenje Automatika i upravljanje sistemima.

REALIZACIJA FLEKSIBILNOG SENZORA ZA MERENJE KRVNOG PRITISKA

IMPLEMENTATION OF FLEXIBLE SENSOR FOR MEASURING BLOOD PRESSURE

Mariana Bojko, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - Modul implantiranog fleksibilnog bežičnog senzora za očitavanje krvnog pritiska je razvijen korišćenjem tankog Kapton filma. Senzor je realizovan mehanički fleksibilno i lako se može postaviti oko krvnog suda. Senzor pritiska se sastoji od kapacitivnog sistema uključujući LC rezonator, koji je obmotan oko krvnog suda i može daljinski pratiti krvni pritisak. Pri promeni krvnog pritiska, krvni sud se ili širi ili skuplja. Senzorski sistem prepoznaje varijacije krvnog pritiska usled promene rastojanja između elektroda a odatle i kapacitivnost.

Abstract – A flexible wireless pressure sensor module for implantable blood pressure sensing has been developed using thin Capton film. The realized sensor is mechanically flexible and can be easily attached to the outside of the blood vessel. The pressure sensor consists of a flexible capacitance type sensor system including LC resonator, which is wrapped onto the blood vessel and can remotely monitor the blood pressure. As blood pressure changes, the blood vessel either expands or shrinks. The sensor system recognizes blood pressure variation due to changing the distance between the electrodes and hence, capacitance.

Cljučne reči: puls, protok krvi, LC senzor

1. UVOD

Medicinska elektronika se tek nedavno pojavila kao samostalna disciplina, u poređenju sa mnogim drugim oblastima inženjerstva. U medicinske uređaje koje proučava medicinska elektronika uključuje se razvoj biokompatibilnih proteza, razna dijagnostička i terapijska medicinska sredstva u rasponu od kliničke opreme za mikroimplantate, opreme za zajednička snimanja kao što su magnetna rezonanca i EEG, rast regenerativnih tkiva, itd.

U ovom radu je predstavljeno projektovanje, izrada i eksperimentalna karakterizacija fleksibilnog, pasivnog bežičnog senzora koji se sastoji od induktora i kondenzatora (LC), odnosno rezonantnog kola za praćenje odabranih biomedicinskih parametara, kao što je krvni pritisak.

2. MERENJE KRVNOG PRITISKA

Krvni pritisak je sila kojom cirkulišuća krv deluje na jedinicu površine krvnog suda, a koja nastaje usled kontrakcije srčane muskulature i posledičnog potiskivanja krvi kroz kardiovaskularni sistem.

NAPOMENA:

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

Pri svakom izbacivanju krvi iz leve srčane komore pritisak raste, dok isti polako opada u periodu između dve kontrakcije kada se krv uliva iz pretkomora u komore i srce priprema za novu kontrakciju. Iz tog razloga se određuju dve vrednosti: gornji (sistolni) i donji (dijastolni) krvni pritisak. Vrednosti dobijene merenjem pomoću različitih instrumenata se odnose na pritisak u krvnim sudovima na nivou srca, jer on nije isti u svim delovima tela usled hidrostatskog efekta i brojnih drugih činilaca.

Za merenje krvnog pritiska se koriste različite metode, koje se mogu podeliti u dve osnovne kategorije: invanzivne i neinvanzivne [1].

Invanzivne metode su u principu znatno preciznije i pouzdanije, ali se zbog svog karaktera veoma retko primenjuju na ljudima. Neinvanzivne metode ostavljaju više prostora za pojavu greške i dobijanje „lažnih“ rezultata, ali se široko primenjuju upravo zbog jednostavnosti primene i potpuno bezbolne i bezopasne procedure merenja.

Krv uvek teče, iz područja sa visokim u područje sa niskim pritiskom izuzev u određenim situacijama, kada inercija za kratko vreme podržava protok [3].

3. OPIS DIZAJNA STRUKTURE

Senzor pritiska sastoji se od fleksibilnog kapacitivnog sistema, uključujući LC rezonator, koji je obmotan oko krvnog suda i može daljinski kontrolisati krvni pritisak. Kao rezultat promene krvnog pritiska, krvni sud se ili širi ili skuplja. Senzorski sistem prepoznaje varijacije krvnog pritiska usled promene rastojanja između elektroda i promene kapacitivnosti.

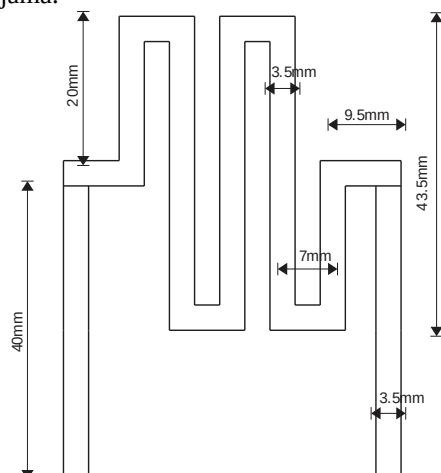
Osnovno LC rezonantno kolo sastoji se od induktora i kondenzatora povezanih paralelno.[2] Svako rezonantno LC kolo ima karakterističnu rezonantnu frekvenciju, koja može bežično da se prati. Svaka promena u induktivnosti ili kapacitivnosti dovodi do promene u frekvenciji. Kada spoljni fizički ili hemijski parametar, za koji smo zainteresovani, uzrokuje promenu u induktivnosti ili kapacitivnosti, može se daljinskim putem otkriti promena u rezonantnoj frekvenciji uređaja.

Kapacitivni senzori su najpopularniji pristup, gde rastojanje između dve ploče kondenzatora varira zbog spoljnog stimulansa čime se menja i kapacitivnost, koji formira osnovni princip kapacitivnog/elektrostatičkog senzora. Paralelne ploče i češalj kondenzator su dve osnovne strukture koje se koriste. Glavne prednosti kapacitivnih senzora su jednostavan princip rada koji uključuje samo dva provodnika; njegova mala potrošnja i niža osetljivost na temperature promene. Kapacitivni senzori imaju prednosti nad piezorezistivnim senzorima jer otpornici ne moraju biti izrađeni od membrane osetljive na pritisak i skaliranje senzora postaje mnogo

lakše. Osetljivost je takođe mnogo veća (~10x) nego kod piezorezistivnih senzora. Neki od nedostataka kapacitivnih senzora su: nelinearna promena kapacitivnosti sa promenom pritiska, visoka izlazna impedansa i parazitna kapacitivnost uključena u kolu.

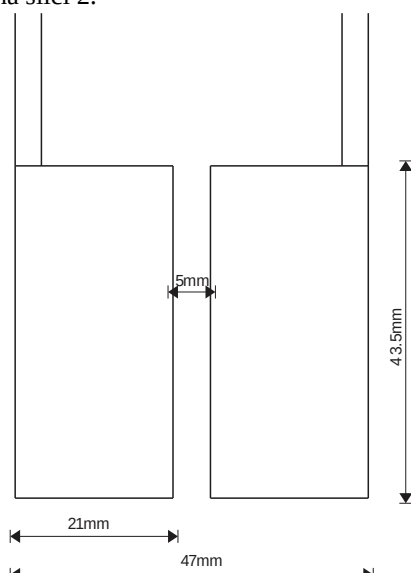
Kapacitivni senzori se mogu kombinovati sa fiksnim induktorom da bi se formiralo LC kolo. Promena u kapacitivnosti se može bežično pratiti promenom rezonantne frekvencije rezonantnog kola. Takav bežični kapacitivni senzor može biti korišćen za praćenje nekoliko fizičkih i hemijskih parametara kao što su očni pritisak, protok krvi, promena temperature, itd.

Induktori mogu da se naprave na više načina, ali zbog najlakše i najčešće primene izabran je meandar induktor (jer se može realizovati u jednom metalnom sloju) prikazan na slici 1 sa svojim karakterističnim dimenzijama.



Slika 1: Meander induktor sa karakterističnim dimenzijama

Zbog određenih dimenzija arterija i aorta uzete su ove dimenzije kako induktora tako i kondenzatora koji je prikazan na slici 2.



Slika 2: Pločasti kondenzator sa karakterističnim dimenzijama

Na slici 3 prikazan je dizajn LC senzora u konačnom obliku, sa odgovarajućom rezolucijom spreman za fabričakuju.



Slika 3: Izgled dizajna konačnog LC senzora

Za izradu ovog senzora (slika 4) korišćen je Dimatix ink-jet štampač DMP 3000, koji omogućava direktno nanošenje mastila na bazi vodenog rastvora, organskih rastvarača, UV osetljivih mastila na podlogu i predstavlja lakši, brži i jeftiniji način fabrikacije elektronskih, mehaničkih, medicinskih i optičkih fleksibilnih uređaja.

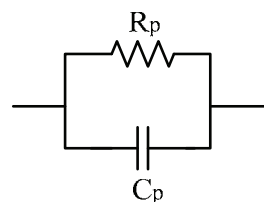


Slika 4: Izgled fabrikovanog senzora

Senzor je prvenstveno namenjen za laboratorijsku upotrebu, da približi istraživačima, naučnicima i inženjerima ink-jet štampu kao nove metode izrade fleksibilnih komponenta.

4. REZULTATI MERENJA I SIMULACIJE

Prilikom merenja električnih karakteristika javlja se paralelna veza kondenzatora i otpornika (slika 5).



Slika 5: Model paralelne veze kondenzatora i otpornika

Vrednost kondenzatora C_p i otpornosti R_p računa se na sledeći način:

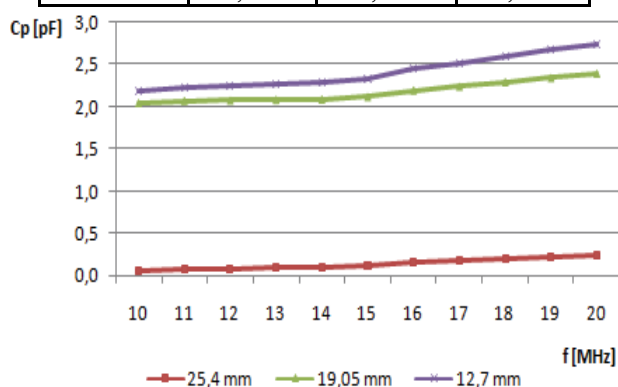
$$R_p = \frac{1}{G}, C_p = \frac{B}{\omega} = \frac{B}{2\pi f} \quad (5)$$

gde je G – konduktansa, a B – susceptansa u kolu sa slike 5.

U tabeli 1 date su vrednosti paralelnih kapacitivnosti u odnosu na frekvenciju (od 10 MHz do 20 MHz) za tri različita prečnika creva, koje igraju ulogu krvnog suda. Slika 6 predstavlja paralelnu kapacitivnost u funkciji frekvencije. Sa slike se može videti da promenom vrednosti rastojanja ploča na kondenzatoru dolazi do promene vrednosti kapacitivnosti i ujedno i vrednosti frekvencije.

Tabela1: Vrednosti paralelnih kapacitivnosti

frekvencija [MHz]	Cp [pF] 25,4 mm	Cp [pF] 19,05 mm	Cp [pF] 12,7 mm
10	0,054	1,983	0,142
11	0,072	1,991	0,167
12	0,078	1,991	0,18
13	0,087	1,989	0,19
14	0,094	1,988	0,204
15	0,107	2,005	0,217
16	0,148	2,041	0,261
17	0,171	2,061	0,283
18	0,193	2,094	0,305
19	0,215	2,121	0,331
20	0,235	2,151	0,353



Slika 6: Paralelna kapacitivnosti uzorka u funkciji frekvencije

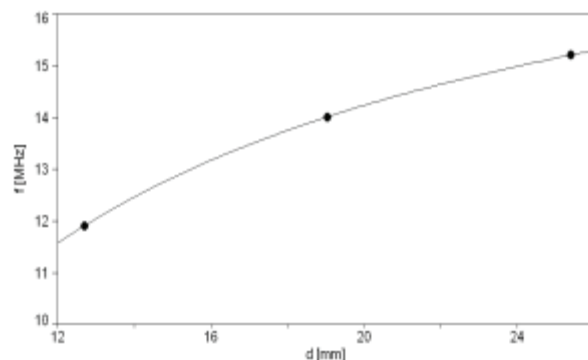
Merenjem senzora na Impedance Analyzer-u HP 4191, kome je merni opseg do 1 GHz, došlo se do rezultata datih u tabeli 2.

Tabela 2: Rezultati merenja

prečnik creva (krvnog suda)	rezonantna frekvencija
12,7 mm	11,9 MHz
19,05 mm	14 MHz
25,4 mm	15,2 MHz

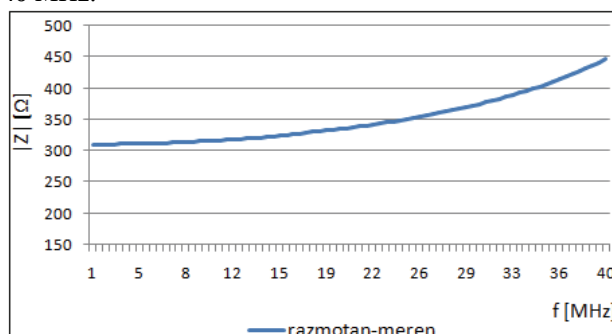
Merili su se Cp i Rp, a takođe istovremeno i Z i Theta, gde se rezonantna frekvencija kreće od 11,9 MHz do 15,2 MHz, i povećava se rezonantna frekvencija sa povećanjem obima, što znači da kapacitivnost opada. Na slici 7 je data zavisnost frekvencije od prečnika creva (krvnog suda).

Kao što je i napomenuto i na grafiku se vidi da porastom prečnika creva (krvnog suda) raste i frekvencija, a pošto je kapacitivnost inverzno proporcionalna u odnosu na frekvenciju, kapacitivnost opada.



Slika 7: Zavisnost frekvencije od prečnika creva (koji je igrao ulogu krvnog suda)

Na slici 8 je data zavisnost impedanse ($|Z|$) od frekvencije (f) kod razmotanog senzora u slučaju kada je vršeno merenje. Sa grafika se može iščitati da se impedansa kreće od 300 do 450 Ω na frekvenciji od 0 do 40 MHz.



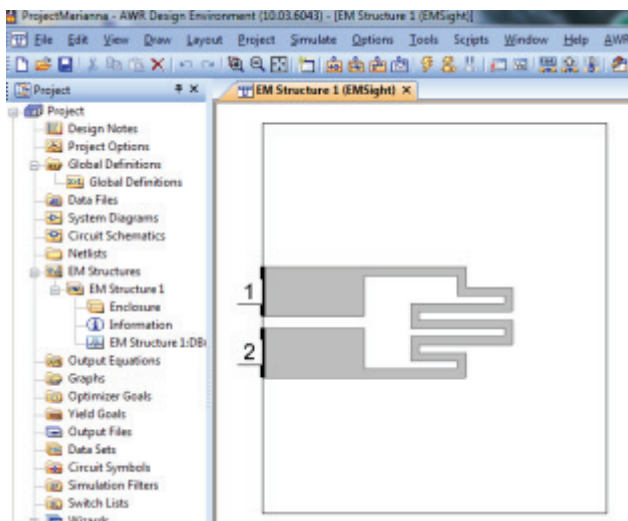
Slika 8: Zavisnost impedanse u odnosu na frekvenciju u slučaju merenja

Pored merenja sa Instrument HP 4194A (slika 9) odrađena je i simulacija datog LC senzora. LC senzor simuliran je u programskom paketu Microwave Office 2001 (slika 10).



Slika 9: Merna postavka

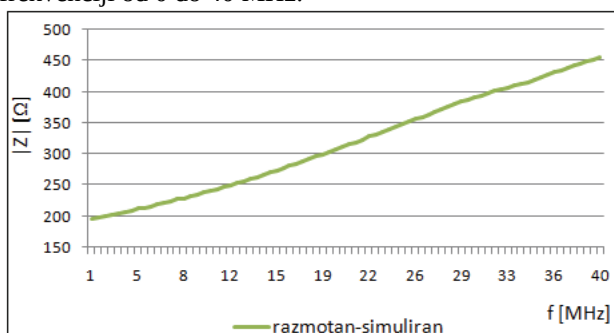
Za debljinu sloja Kapton filma je uzeto 50 μm , a za debljinu samog LC kola (provodnog materijala), koji je od srebra (Ag) uzeto je 700 nm. Specifična provodljivost srebra je $6,3 \cdot 10^7 \text{ S/m}$.



Slika 1: Izgled senzora u Microwave Office-u

Posle importovanja i podešavanja potrebnih parametara pokrenuta je simulacija. Pre same simulacije podešen je opseg frekvencije (od 0 do 40 MHz).

Simulacija je izvršena za razmotani sensor (slika 11), gde je i rezonantna frekvencija najveća. Kod razmotanog senzora vrednost impedanse se kreće od 200 do 450 Ω na frekvenciji od 0 do 40 MHz.



Slika 21: Zavisnost impedanse u odnosu na frekvenciju u slučaju simulacije

Upoređivanjem merenja i simulacije dolazi se do zaključka da su impedanse približno jednake, da postoji odstupanje, ali odstupanja nisu velika.

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bilo projektovanje LC rezonantnog kola koji će predstavljati senzor za merenje protoka krvi i ujedno predajnik za drugo rezonantno kolo koje će biti prijemnik. Senzor je izrađen pomoću savremenog Ink-jet šampača, fabrikovan na 50 μm debelom Kapton filmu. Cirkulacijom krvi kroz organizam menja se i prečnik vena, arterija, samim tim se menja i rastojanje između ploča kondenzatora što izaziva promenu kapacitivnosti. Promenom kapacitivnosti menja se i frekvencija prenosa, što se iz ovog rada moglo zaključiti.

Senzor je isprojektovan za laboratorijske svrhe, pošto za projektovanje ovakvih senzora je potrebna sto postotna čistoća, preciznost, jer u slučaju male greške može zavisiti život pacijenta.

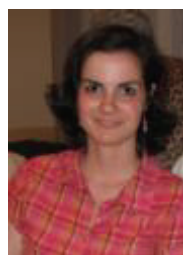
Ovaj senzor sa promenom dimenzije i sa sterilnom izradom mogao bi da se primeni u stvarnim situacijama. Operativnim postupkom bi se senzor ugradio u pacijenta (njegovu arteriju) i tako bi se mogla vršiti stalna kontrola krvnog pritiska i pulsa, samim tim i protoka krvi.

Kao što je u radu rečeno kondenzator je uzet u obliku pločastog kondenzatora, dok je induktivnost uzeta kao meandar zbog jednostavnosti izrade.

6. LITERATURA

- [1] Dr Goran Stojanović: *Elektronski medicinski uređaji*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2007.
- [2] Popović B. Dejan, *Autorizovane beleške: Kliničko inženjerstvo*
- [3] Guyton A.C., Hall J.E.: *Medicinska fiziologija*, Savremena administracija, Beograd, 2007.
- [4] <http://eecs.umich.edu>

Kratka biografija:



Mariana Bojko rođena je 1986. u Vrbasu. Diplomski-master rad odbranila je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva.

TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA VETROPARKOVA U VOJVODINI**TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF WIND PARKS IN VOJVODINA**Mladen Landeka, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom master radu izneto je najpre idejno rešenje, te struktura očekivanih troškova potencijalnog vetroparka u okolini Vršca. Na osnovu podataka iz Atlasa vetrova APV i RHMZ dat je pregled najvažnijih metoda za proračun brzine vetra na željenim visinama, te proračun brzine vetra uz pomoć metode fluksa. Proračun potencijalne proizvodnje električne energije potencijalnog vetroparka, iskorišten je za proračun perioda isplativosti. U ovim proračunima uzet je kao referentan, model kreditiranja Evropske Investicione Banke, koji je dostupan malim i srednjim preduzećima, te projektima lokalnih samouprava u RS. Na kraju rada su prezentovane karte isplativosti, odnosno rokova povraćaja kapitala kao statičke metode za teritoriju cele APV.

Abstract – In the beginning of this master thesis is given a preliminary design of wind park. Cost structure of potential wind park in area of Vršac county is presented as well. Overview of essential methods for wind speed calculations and wind speed calculation done by flux method is based on data from Wind Atlas of APV and RHMZ. Calculation of potential wind park output is used for further calculations of payback period as static method. Those calculations are based on loan model of European Investment Bank, who is attainable for small and medium enterprises and local governments. Payback period maps, respectively payback period as static method, for territory of APV are presented at the end of this master thesis.

Ključne reči: vetroparkovi, proizvodnja el. energije, analiza isplativosti, karte isplativosti.

1. UVOD

Električna energija, bez koje je život današnjeg čoveka nezamisliv, može se generisati iz energije vetra. Ovladavanjem tehnologijom kojom je investiranje sredstava u izgradnju sistema za generisanje električne energije iz kinetičke energije vetra, odnosno vetroparkove ekonomski isplativo, nameće se niz pitanja. U ovom radu je pokušano dogovoriti na pitanja pod kojim uslovima je investiranje u vetroparkove u Autonomnoj Pokrajini Vojvodini (APV) ekonomski opravdano, te koliki su očekivani periodi povraćaja uloženi sredstava u projektima ovog tipa. Analizirana je struktura troškova investiranja u projekte vetroparkova, potencijal vetra sa

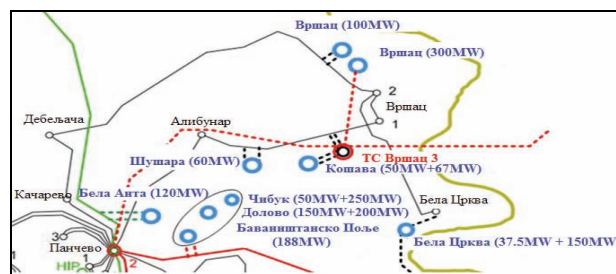
kojim raspolaže APV te njihov uticaj na krajnju isplativost projekata.

2. PRIMER IDEJNOG REŠENJA JEDNE VETROELEKTRANE

Nakon odabira mikrolokacije na kojoj će elektrana na vetar biti izgrađena i donošenja odluke o investiranju u razvoj projekta i izgradnju vetroelektrane, započinje proces njenog dizajniranja. Osnovni cilj pri dizajniranju vetroelektrane je maksimizacija proizvodnje električne energije uz minimizaciju troškova investiranja i održavanja uz poštovanje ograničenja koja nameće sama lokacija. Svi troškovi kao i ograničenja su uvek podložni određenom stepenu neizvesnosti, tako da proces pronalaženja optimalnog rešenja podrazumeva takođe minimizaciju određenih rizika.

U odabiru idejnog rešenja vetroelektrane koje će biti korišćeno u ovom radu, vodilo se računa o sledećim ograničenjima, koje nameće sama lokacija:

1. Maksimalna snaga priključenja – analizirana je postojeća elektroenergetska mreža i mogućnosti priključenja (slika 1)



Slika 1 - Rezultati analize elektroenergetske mreže u južnom Banatu [1]

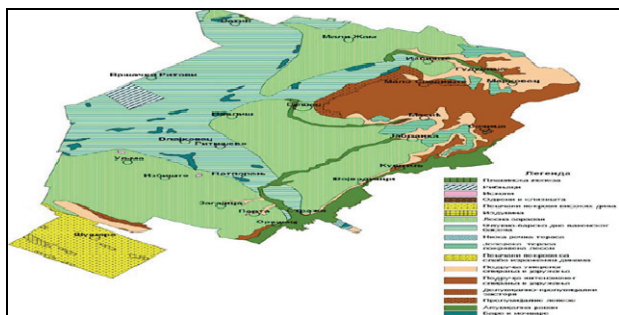
2. Maksimalna snaga (kvota) obuhvaćena podsticajnim merama države i strategijom razvoja. „Uredbom o uslovima i postupku sticanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije“ je definisano da status povlašćenog proizvođača mogu steći vetroelektrane ukupne snage do 300MW do 2015. godine, odnosno do 500MW do 2020. godine

3. Reljefne karakteristike – odlučujuće utiču na pravce strujanja vetra i na njegove energetske karakteristike (slika 2).

4. Pedološke karakteristike - U pedološkom sastavu opštine Vršac najviše učestvuju produktivne vrste zemljišta, među kojima se naročito ističu černozem, livadska i ritska crnica, aluvijalna zemljišta, močvarno glejno zemljište, solončak i solođ. Posmatrani prostor karakteriše čak 39 tipova, podtipova, varijeteta i formi zemljišta. Na slici 2 je predstavljena geomorfološka karta opštine Vršac.

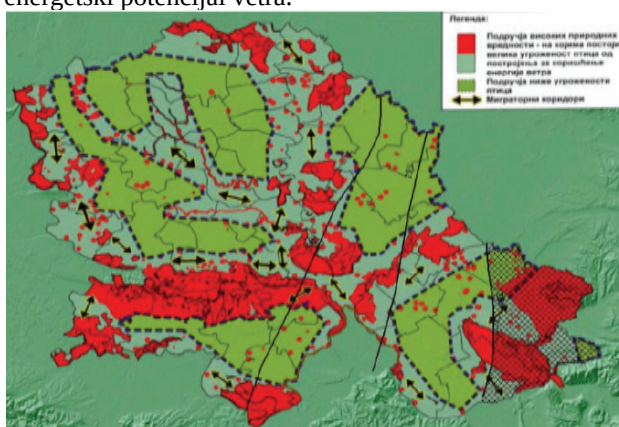
NAPOMENA:

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



Slika 2 - Geomorfološka karta opštine Vršac [2]

5. Uticaj flore i faune – za adekvatno projektovanje i realizaciju vetroparka značajna briga se mora posvetiti zaštiti okoline i minimizaciji negativnog uticaja na živi svet. Na slici 3 je prikazana karta zaštićenih oblasti (Nacionalni parkovi i druge zaštićene zone – crvene površine), koridori migracije ptica preko teritorije Vojvodine (označeni strelicama i isprekidanim linijama) i energetski potencijal vetra.

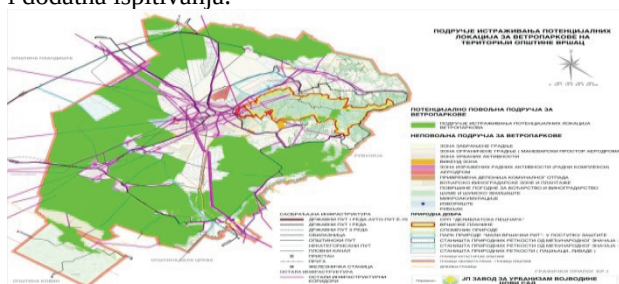


Slika 3 - Poređenje karte zaštićenih zona, koridora migracije ptica i energetskog potencijala vetra [3]

6. Antropogeni faktor - Određeni negativni efekti rada vetroelektrana poput buke i flikera senke mogu negativno uticati na psihi čoveka i shodno tome, lokacija potencijalnog vetroparka mora zadovoljiti određenu distancu od naseljenih mesta.

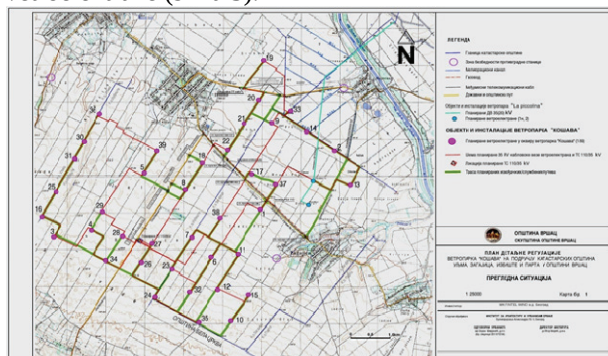
7. Infrastrukturni, komunikacioni i energetski objekti - osim što se mora voditi računa o zadovoljavanju uslova o međusobnoj udaljenosti između samih vetroagregata, potrebno je voditi računa o njihovoj udaljenosti od: elektroenergetskih postrojenja, železničkih pruga, puteva, telekomunikacionih kablova itd.

Uzimajući u obzir gore pomenute faktore, u prostornim planovima opštine Vršac se nalaze ucrtane potencijalno povoljne lokacije za izgradnju vetroparkova (slika 4). Za konačnu odluku investitora o odabiru lokacije potrebna su i dodatna ispitivanja.



Slika 4 - Slika potencijalno povoljnih lokacija za izgradnju vetroparkova [2]

Shodno ovom planu potencijalnih lokacija, idejno rešenje referentne vetroelektrane koja će biti korišćena za dalje proračune u ovom radu, će se nalaziti na nekoj od ovih lokacija. Pošto na teritoriji opštine Vršac već postoje gotovi projekti vetroparkova, projekat vetroparka „Košava“ će biti iznet kao primer idejnog rešenja jedne vetroelektrane (slika 5).



Slika 5 – Primer idejnog rešenja jednog vetroparka [2]

3. PREGLED POTREBNIH ULAGANJA U IZGRADNJU VETROELEKTRANE

3.1 Troškovi projektovanja, dozvola i saglasnosti

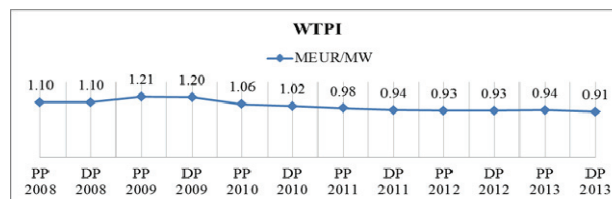
Procedura projektovanja je redosled međusobno uslovljenih koraka koji učesnici u realizaciji projekta, a posebno investitor, izvođač i projektant, čine od početne ideje, pa do formiranja dokumentacije o izvedenom objektu. Zbog raznovrsnih uticaja na projektovanje, nije moguće govoriti o jedinstvenoj proceduri projektovanja. Proces projektovanja se sastoji iz više faza, a prema Zakonu o planiranju i izgradnji („Službeni glasnik Republike Srbije br. 72/09 , 81/09 “) sastoji se iz izrade:

- 1) generalnog projekta
- 2) idejnog projekta
- 3) glavnog projekta
- 4) izvođačkog projekata (po potrebi)
- 5) projekata izvedenog stanja

Odrađivanje određenih faza projektovanja je samo preduslov za sticanje odgovarajućih dozvola (lokacijska, energetska, građevinska, vodna, upotrebna) koje su uslov za otpočinjanje izgradnje vetroparka.

3.2 Troškovi vetroelektrane

Od troškova kupovine opreme, najznačajniji je trošak samog vetroagregata. Indeks cena vetroagregata (WTPI), iznet od strane konsultantske kuće Blumberg („Bloomberg“), pokazuje da su ugovori sa rokom isporuka u 2013. godini, imali tendenciju pada za 4% u odnosu na period od 6 meseci ranije (slika 6).



Slika 6 - Indeks cena vetroturbina iznet od strane konsultantske kuće Blumberg, 18. aprila 2012 [5]

Osim troškova vetroagregata, takođe treba navesti ostale troškove opreme kao što su električne instalacije,

kontrolne prostorije i sistemi, troškovi zemljišta te konsultantski i finansijski troškovi.

3.3 Troškovi transporta opreme

Oblik i dimenzije opreme vetroelektrana, pre svega vetroturbina postavljaju specifične zahteve za transport. Razdaljina između subjekata kojima se pruža usluga transporta je osnovni parametar od koga će najviše zavisiti ovaj trošak. Pogodnosti koje država Srbija može da iskoristi je plovni put reke Dunav, te značajan potencijal koji poseduje železnica Srbije.

3.4 Troškovi izgradnje

Osim samog vetroagregata kao značajnije troškove treba navesti i građevinske troškove. Troškovi izgradnje temelja zavise i od faktora kao što su: zemljišni uslovi, konfiguracija terena, visina samog stuba vetroagregata, jačina vetra, prevoz do lokacije, cena radne snage i sl. Samim troškovima izgradnje temelja treba dodati i troškove pristupnih puteva i druge infrastrukture.

3.5 Troškovi povezivanja i priključenja na mrežu

Zakonom svake države su propisani uslovi povezivanja vetroelektrane na mrežu (distributivnu ili prenosnu) i način finansiranja tih troškova. U Srbiji investitor finansira priključenje vetroelektrane na mrežu.

U tabeli 1 data je struktura ovih troškova za vetroagregat od 2 MW. Vidi se da se može očekivati nivo investicija ispod 1.300 €/kW. Ova procena će biti korišćena za izračunavanje isplativosti ovakvih investicija.

Tabela 1 - Struktura troškova vetroelektrane za vetroagregat snage 2MW, u Evropi, 2006. [4]

STRUKTURA TROŠKOVA	€/kW	%
Vetroagregat	928	75.6
Povezivanje na mrežu	109	8.9
Temelji	80	6.5
Zemljište	48	3.9
Električne instalacije	18	1.5
Konsultantski poslovi	15	1.2
Finansijski troškovi	15	1.2
Pristupni putevi	11	0.9
Kontrolni sistemi	4	0.3
UKUPNO	1,227	100

4. PRORAČUN RADA VETRO-ELEKTRANE

Količina energije koja može biti obuhvaćena vetroturbinom zavisi pre svega od veličine i karakteristika vetroturbine, kao i distribucije vetra na određenoj lokaciji. Distribucija vetra može biti prikazana Veibulovom (Weibull) raspodelom ili Biveibulovom (bi-Weibull) raspodelom. U Atlasu vetrova APV, čiji će podaci biti korišćeni, korišćena je dvoparametarska Veibulova raspodela.

$$F(u) = e^{-\left(\frac{u}{A}\right)^B} \quad (1)$$

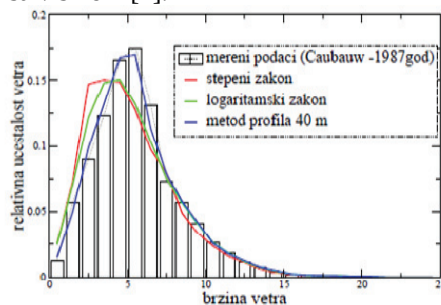
gde kumulativna funkcija $F(u)$ predstavlja deo vremena za koji srednja brzina vetra premašuje zadatu vrednost brzine vetra u [8]. Raspodela vetra na visinama na kojima će potencijalno biti postavljene vetroturbine, a koje su od interesa za ovaj rad, iznose od 80m do 160m. Metode ekstrapolacije koje su prezentovane u ovom radu:

- 1) Stepni zakon
- 2) Logaritamski zakon

3) Metod profila

4) Metod fluksa

Na slici 7, može se videti da stepeni, a i logaritamski zakon, značajnije odstupaju od merenih podataka, dok metode zasnovane na Monin-Obukov teoriji sličnosti se mogu oceniti kao relativno dobre metode ekstrapolacije vetra sa visinom [7].



Slika 7 - Histogram empirijske raspodele srednje brzine vetra, na visini od 40m iznad tla (Cabauw-1987) [7]

Korišćenjem stepenog zakona, gde je radi minimizacije greške vršena ekstrapolacija vetra sa visine od 100m na visine od 120m i 140m, pri odabiru aerodinamičke dužine hrapavosti $z_0 = 0,03$ m, za podatke na mernoj lokaciji Banatski Karlovac [8], dobijeni su sledeći rezultati: $U_{120m} = 6,2815$ m/s; $U_{140m} = 6,4214$ m/s.

Za iste podatke, primenom logaritamskog zakona, dobijeni su sledeći rezultati: $U_{120m} = 6,2576$ m/s; $U_{140m} = 6,3739$ m/s.

Na kraju, primenom metode fluksa, koja je ovde odabrana za referentnu, dobijeni su sledeći rezultati: $U_{120m} = 6,2780$ m/s, $U_{140m} = 6,4119$ m/s.

Nakon kvalitetne ekstrapolacije vetra na željenu visinu i poznavanja izlaznih karakteristika vetroagregata ukupna energija E dobijena radom vetroagregata za vremenski period T , određena je sledećim integralom [6]:

$$E = T \int_{U_{min}}^{U_{max}} f(u) P(u) du \quad (4.2)$$

U konkretnom slučaju, za vetroagregat tipa Vestas V112-3 MW, koji je korišćen kao referentan, procenjena maksimalna proizvodnja električne energije u periodu od godinu dana na datoj lokaciji iznosi, po instalisanom megavatu: $E_{120m} \approx 3.19$ GWh i $E_{140m} \approx 3.30$ GWh.

Dobijene rezultate treba umanjiti za gubitke, koji se javljaju u realnim uslovima [4]: gubici usled efekta vetroparka, gubici uled zaprljanja lopatica, gubici usled zagrevanja, gubici usled kvarova, te gubici usled histerezisa promene smera vetra. Procenjuje se da se ovi gubici kreću između 10 i 18%, pa je korišćena njihova srednja vrednost od 14%. Nakon ove korekcije, procenjena potencijalna proizvodnja vetroelektrane iznosi: $E_{120m} \approx 2,74$ GWh, tj. $E_{140m} \approx 2,84$ GWh, po instalisanom megavatu.

5. INVESTICIONA ULAGANJA PO MODELU EIB

Model kredita Evropske Investicione Banke (EIB) koji je dostupan malim i srednjim preduzećima u Republici Srbiji uzet je kao referentan za naredne proračune. Referentna kamatna stopa koja je obračunata konformnom metodom, shodno trenutnoj vrednosti EURIBOR-a iznosi 6%. Dužina trajanja otplate kredita iznosi maksimalno 12 godina. Shodno iskustvima

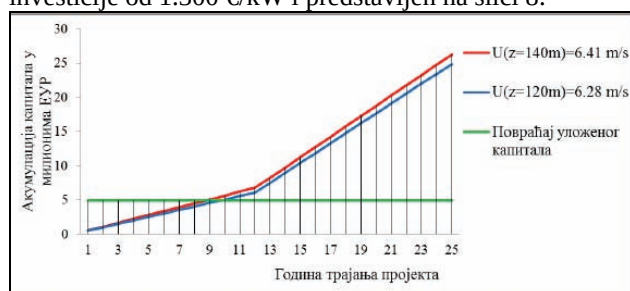
evropskih država i Srpskog udruženja za energiju vetra ("SEWEA"), udeo zajma u projektima ovog tipa čini do 70% investicije. Cena instalacije vetroagregata za različite evropske zemlje data je u tabeli 2.

Tabela 2 - Cene instalacije vetroelektrane, 2008. [9]

DRŽAVA	€/kW
Austrija	1 600 do 1 900
Nenamčaka	1 336 do 1 756
Italija	1 750
Holandija	1 325
Portugal	1 400
Španija	1 000 do 1 400
Švedska	1 600

Vidi se da su minimalne i maksimalne moguće cene instalacije za 3MW vetroagregat između 1.325 €/kW i 1.900 €/kW.

Na sličan način procenjena je i cena održavanja vetroagregata. U proračunima je uračunata vrednost od 20% PDV-a, te porez na dobit pravnih lica od 15%. U prvih 12 godina projekta predviđeno je da proizvođač električne energije iz energije vetra isporučuje proizvedenu električnu energiju javnom snabdevaču po trenutno važećoj podsticajnoj ceni od 9,2 €/kWh, dok se nakon tog perioda očekuje tržišna cena procenjena na 7,38 €/kWh. Na osnovu izloženih podataka dobijen je dijagram isplativosti investicije u slučaju vrednosti investicije od 1.300 €/kW i predstavljen na slici 8.



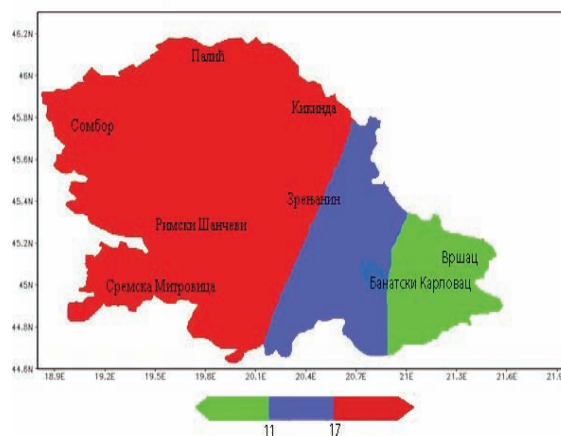
Slika 8 - Grafički prikaz isplativosti za cenu instalacije vetroagregata od 1.300.000 [€/MW]

6. IZRAČUNAVANJE PERIODA ISPLATIVOSTI ULAGANJA U VETROELEKTRANE U APV

Korišćenjem podataka iz [8] izvršena ekstrapolacija vetra na visinu od 120m za celu teritoriju APV. Procenjena je potencijalna proizvodnja vetroelektrana za dobijene rezultate, na način objašnjen u 4. poglavlju. Na osnovu kreditnog modela EIB, iznetom u 5. poglavlju, proračunati su periodi isplativosti ulaganja u projekte vetroelektrana na teritoriji APV u zavisnosti od cene instalacije vetroagregata. Primer rezultata istraživanja za cenu instalacije vetroelektrane od 1.300 €/kW prikazan je na slici 9. Vidi se da se u delu Vojvodine sa najvećim potencijalom energije vetra može očekivati povratak uložene investicije za manje od 11 god., dok je investiranje u ostalim subregionima manje isplativo.

7. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja pokazuju da se za cenu instalacije vetroelektrane od 1.300 €/kW može očekivati povratak uložene investicije za manje od 11 god. za subregion Vojvodine sa najpovoljnijim vetro-energetskim potencijalom.



Slika 9. - Karta isplativosti ulaganja u vetroelektrane u APV za cenu instalacije vetroagregata od 1.300 €/kW

8. LITERATURA

- [1] Vattenfal Europe Power Consult GmbH, „Power Network Analysis for Wind Power Integration“, Summary of the Study, Belgrade, 5 April 2011, http://www.ems.rs/stranice/novosti/press/EMS_presentation.pdf
- [2] ****, Prostorni plan opštine Vršac, JP Zavod za urbanizam Vojvodine, Novi Sad, Jun 2009.
- [3] V. Radovanović, V.A. Katić, „Farme vjetrenjača u Vojvodini – pregled pogodnih lokacija“, *Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka*, Edicija: Tehničke nauke – Zbornici, God.26, Br.7, 2011, pp.1712-1715.
- [4] ****, „Wind energy-The facts“, EWEA, mart 2009.
- [5] www.bloomberg.com, New Energy Finance, Clean energy policy & market briefing, april 2012.
- [6] T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi, „Wind Energy Handbook“, Wiley, 2001
- [7] B. Rajković, Z. Popov, „Procena brzine vetra na izabranim lokacijama“, Studija za Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, 2005.
- [8] V.A. Katić i dr., „Atlas vetrova AP Vojvodine“, Studija za pokrajinski sekretarijat za energetiku i miner. sirovine APV, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad, 2008, www.psemr.vojvodina.gov.rs.
- [9] ****, „2011 Annual Report“, International Energy Agency, jul 2012

Kratka biografija:

Mladen Landeka rođen je 1986. u Somboru. Završio je gimnaziju "Veljko Petrović" u Somboru. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2013. godine.

Vladimir Katić rođen je 1954. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu 1991. godine. Od 2002. godine je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Trenutno je i prodekan Fakulteta tehničkih nauka i šef katedre za energetsku elektroniku i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetski pretvarači, obnovljivi izvori energije i kvalitet električne energije

Proširenje integrisanog razvojnog okruženja Sonnet platforme podrškom za ispitivanje namenske programske podrške putem Groovy skript jezika

Milan Kovačević, Ivan Letvenčuk, Jelena Kovačević, *Member, IEEE*, Dejan Kojić, Branko Milošević

Sadržaj — U ovom radu opisano je proširenje integrisanog razvojnog okruženja sa alatom za ispitivanje namenske programske podrške na ciljnoj platformi pomoću Groovy skript jezika. Realizovanim alatom korisniku je omogućen lak pristup, povezivanje i komunikacija sa DSP ciljnom platformom, učitavanje programske podrške, definisanje tačaka prekida (engl. Breakpoint) programske podrške koja se izvršava na ciljnoj platformi, praćenje stanja registara i slično.

Ključne reči — Ispitivanje, DSP, namenski sistemi, IDE

I. UVOD

Namenski sistemi (engl. Embedded systems) su računarski sistemi sa jako izraženom integracijom fizičke arhitekture i programske podrške, pre svega namenjeni da obavljaju specifične funkcije. Reč *embedded* ukazuje na činjenicu da su ovi sistemi obično integralni deo nekog većeg sistema, poznat kao *embedding* - *namenski sistem*[1]. To su sistemi specijalne namene kod kojih je računar u potpunosti enkapsuliran od strane uređaja koga on kontroliše. Nasuprot računaru opšte namene, kakav je personalni računar (engl. Personal Computer) koji treba da zadovolje širok spektar funkcionalnosti, *namenski sistem* obavlja jedan ili veći broj unapred definisanih zadataka, obično sa veoma specifičnim zahtevima. Široko su rasprostranjeni u potrošačkoj, komercijalnoj i vojnoj industriji. Namenski sistemi namenjeni digitalnoj obradi signala zasnivaju se na digitalnim signal procesorima (skraćeno DSP). DSP procesori su zasnovani na Harvard arhitekturi, što znači da imaju odvojene magistrale za pristup programskoj

memoriji i memoriji podataka. Ova osobina zajedno sa protočnom strukturom procesora omogućava paralelan pristup instrukcijama i podacima. DSP procesori koji pored programske zone i zone podataka, mogu imati dodatnu zonu podataka. Ova dodatna zona služi za paralelizaciju instrukcija koje imaju dva parametra. Pored RAM memorije DSP procesori imaju integrisanu i ROM memoriju, i ona se nalazi u istom adresnom prostoru kao i RAM memorija, tako da svaka memorijska zona ima ROM i RAM deo. Više informacija o DSP procesorima se može naći u [2]. Programska podrška napisana za namenske sisteme naziva se *namenska programska podrška* (engl. Firmware).

Integrisano razvojno okruženje (engl. Integrated development environment, skraćeno IDE) predstavlja aplikaciju programske podrške koja obuhvata objekte za razvoj programske podrške. IDE omogućava alate za definisanje, promenu, ispitivanje, prevođenje, otklanjanje grešaka programske podrške, kao i odgovarajuću grafičku spregu. Jedan od najrasprostranjenijih razvojnih okruženja je *Eclipse*[3]. Eclipse razvojno okruženje veliku upotrebu pronalazi u izradi novih integrisanih razvojnih okruženja zasnovanim na proširenjima (engl. Plug-in) koje Eclipse pruža. Predstavlja arhitekturu koja dinamički pretražuje, učitava i pokreće proširenja. Eclipse platforma rukuje logistikom za pronalazak i pokretanje odgovarajućeg koda. Korisnička sprega se ogleda u vidu navigacionog modela koji se sastoji iz velikog broja proširenja, koja se koriste za izvršavanje različitih zadataka. Kako je platforma sastavljena od slojeva proširenja, svaki od njih definiše *tačku produženja* (engl. Extension point) ka proširenju definisanom u nižem sloju arhitekture, kao i ka sopstveno realizovanim tačkama produženja. Tačka produženja predstavlja vezu između razvijenog alata i radne površine. Projektantu je omogućeno da doda razne funkcionalnosti postojećem skupu alata u razvojnom okruženju. Jedan od bitnijih alata jeste alat za ispitivanje programske podrške.

Metode kojim se projektanti služe da bi ispitali funkcionalnost programske podrške su modul organizovana ispitivanja (engl. Unit testing). Projektanti ih pišu da bi bili sigurni da se dizajn i sama funkcionalnost programske podrške ponaša na očekivan način. Svaki ispitni slučaj je nezavisan jedan od drugog. Cilj ispitivanja je da se izoluju delovi programa i da se dokaže da svaki od njih, zasebno, radi korektno. Time se značajno smanjuje mogućnost greške, a i znatno je lakše njeno uklanjanje

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat TR-32030.

Milan Kovačević, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: milan.kovacevic@rt-rk.com).

Ivan Letvenčuk, RT-RK, Fruškogorska 11, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: ivan.letvencuk@rt-rk.com).

Jelena Kovačević, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: jelena.kovacevic@rt-rk.com).

Dejan Kojić, RT-RK, Narodnog Fronta 23A, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: dejan.kojic@rt-rk.com).

Branko Milošević, RT-RK, Narodnog Fronta 23A, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: branko.milosevic@rt-rk.com).

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Milana Kovačevića. Mentor je bila dr Jelena Kovačević.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2012.

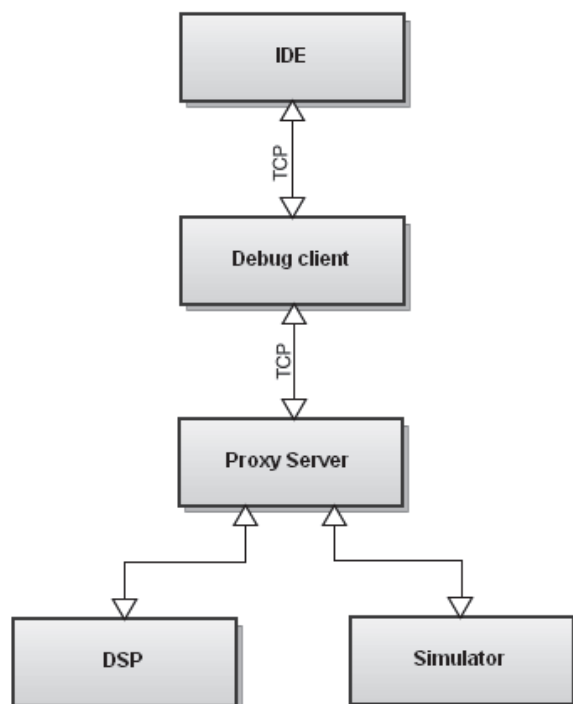
ukoliko se pojavi. Ispitivanje je moguće vršiti iz skript datoteka, ručno i automatizovano.

U radu je dodavanjem tačaka produženja, realizovan alat za ispitivanje namenske programske podrške. Kao nova mogućnost, dodat je tip projekta koji se odnosi samo na ispitivanje namenske programske podrške putem skript datoteke. U skript datotekama moguće je koristiti programsku podršku napisanu u klijentskoj sprezi koja služi za otkrivanje grešaka i ispitivanje (engl. *debug client*, skraćeno DC) koja će biti detaljnije razmatrana (vidi sekciju pod II.). Takođe, dodata je i posebna grafička spreza u vidu nove perspektive (engl. *Perspective*, skup prozora koji su prikazani kada se pokrene određeni tip projekta), kartica (engl. *View*) u kojima su prikazane informacije potrebne za ispitivanje namenske programske podrške (stanje memorije u pojedinim registrima, definisane tačke prekida itd...). Time je korisniku znatno olakšan rad jer se samim proširenjem postojećeg razvojnog okruženja grafička spreza značajnije ne menja, te su mu svi potrebni alati na jednom mestu. Za pisanje ispitnih slučajeva korišćen je *Groovy* skript jezik. *Groovy* je objektno-orijentisan jezik za Java platformu, i takođe se koristi kao skript jezik. *Groovy* sintaksa je nalik Javi, i tumači je Javin izvršni sistem poznatiji kao Java Virtualna Mašina (Java Virtual Machine – JVM). JVM je, u stvari, program koji se ponaša kao virtualni procesor koji interpretira, a potom i izvršava instrukcije bajt koda. Zbog toga i Eclipse platforma u svom radu koristi JVM. *Groovy* je napravljen na temeljima Jave, ali ima dodatne osobine napravljene na uzoru jezika kao što je Python. Napisan kod je lak za čitanje i održavanje. Obezbeđuje mogućnost statičke provere kucanja koda kao i njegovo statičko prevođenje. Pojednostavljuje ispitivanje tako što podržava modul organizovano ispitivanje. Vrlo lako se integriše sa postojećim Java klasama i bibliotekama. Rad je organizovan na sledeći način: u drugom poglavlju dat je opis korišćenih modula koji učestvuju u komunikaciji sa DSP ciljnom platformom. U trećem poglavlju dat je opis integrisanog okruženja. U četvrtom poglavlju dat je zaključak samog rada, kao i pravac njegovog daljeg razvoja.

II. OPIS REŠENJA

Realizacija alata za ispitivanje namenske programske podrške sastoji se iz dva dela, *Sonnet* integrisanog razvojnog okruženja razvijenog za potrebe kompanije *Starkey*[4] i programske sprege za komunikaciju sa DSP ciljnom platformom (engl. *Debug interface*, skraćeno DI) koja je realizovana na katedri za računarsku tehniku i računarske komunikacije u Novom Sadu. DI obezbeđuje jedinstvenu spregu i transparentan rad prema podržanim ciljnim platformama za izvršavanje namenske programske podrške, bilo da je to simulator ili fizička platforma. Sastavljen je od dva modula, *klijentske sprege* (skraćeno DC) i *servera zastupnika* (engl. proxy server, skraćeno PS). Korisnik u okviru skript datoteke uključuje biblioteku koja sadrži metode realizovane u DC. Na taj način je realizacija samih metoda sakrivena od korisnika. Realizovane metode omogućavaju korisniku, između ostalog, da se poveže sa ciljnom platformom i postavi tačke prekida, i na taj način ispita da li se u određenom

trenutku namenska programska podrška pravilno izvršava, odnosno da li se očekivane vrednosti poklapaju sa stvarnim. DC je sa razvojnim okruženjem povezan putem međumrežnog protokola (engl. Transport Control Protocol, skraćeno TCP). DC u ovoj komunikaciji predstavlja komponentu posluživanja (server) i pri pokretanju osluškuje TCP kanal (engl. port) na koje se razvojno okruženje povezuje. Jedan kanal služi za slanje i prijem komandi od i ka DC. Drugi kanal služi za prijavljivanje asinhronih događaja (engl. event). Ovim je omogućeno da se klijenti ne “zamrznu” dok čekaju odgovor sa platforme. To je posebno bitno za razvojno okruženje u kojem projektant radi u grafičkom režimu, a samim tim i za celokupno ispitivanje, jer se *Groovy* skript datoteke nalaze u okviru razvojnog okruženja. TCP je izabran kao metod komunikacije jer predstavlja standardnu spregu koja se lako realizuje u Java programskom jeziku. TCP takođe pruža mogućnost proširenja sistema u kom bi se podržalo izvršavanje DC na udaljenom računaru, na koji je povezana razvojna ploča. Kada se u okviru skript datoteke pozove metoda iz DC biblioteke, tada DC koji je imao ulogu servera u odnosu na razvojno okruženje, uspostavlja vezu sa PS. Uloga servera je da uspostavi komunikaciju sa ciljnom platformom ili simulatorom. DC i PS su takođe povezani TCP protokolom. PS može da prepozna više različitih tipova poruke, u zavisnosti koju je komandu potrebno poslati na ciljnu platformu. Sve poruke koje se razmenjuju su u formatu niza karaktera. Poruke se putem odgovarajućeg algoritma raščlanjuju i iz njih se izvlače potrebne informacije. Da bi se komanda uspešno poslala, u formatu poruke mora biti definisan procesor (jezgro) na kom se ispituje namenska programska podrška, adresa, i da li je u pitanju operacija upisa ili čitanja.



Slika 1. Algoritam rešenja

III. NAČIN ISPITIVANJA

Postojeće metode kojima se projektanti služe pri ispitivanju, kada su skript datoteke u pitanju, najčešće podrazumevaju pisanje ispitnih slučajeva u okviru .bat datoteka. Takav način ispitivanja zahteva mnogo vremena, jer projektant mora da pokreće svaki ispitni slučaj iz komandne linije. Način povezivanja sa ciljnom platformom nije integrisan. Uspostava veze se zasebno može izvršiti na više načina, preko USB (*Universal Serial Bus*) programatora (engl. *driver*), I2C magistrale, lokalne mreže, dok se metode aplikativne programske sprege pozivaju direktno. Predložena programska podrška omogućava automatizaciju ispitivanja, pa značajno ubrzava sam proces verifikacije ispitivane namenske programske podrške. Projektantu je omogućeno da se funkcionalnost namenske programske podrške ispituje pomoću skript jezika unutar razvojnog okruženja, odnosno da se realizovan modul ispituje pomoću ispitnih slučajeva koji su napisani u skript datoteci. U okviru jedne skript datoteke može biti napisano više ispitnih slučajeva.

Da bi imali jasniju sliku kako funkcioniše realizovani alat, po koracima će biti objašnjeno stvaranje, korišćenje i način ispitivanja namenske programske podrške:

1. Korisnik pri odabiru novog projekta (pritiskom na stavku menija *File>New Project*), bira tip projekta nazvan *Firmware Test Project* koji se nalazi u okviru stavke *Firmware Test*. Pritiskom na dugme *Next* otvara se nova serija prozora koji navode korisnika kroz proces stvaranja projekta (engl. wizard). U okviru prvog prozora korisnik bira naziv projekta, kao i lokaciju u sistemu na kojoj želi da sačuva projekat. Pritiskom na dugme *Next*, korisniku se postavlja opcija da izabere referentni projekat, odnosno da bude uključen u postojeći. Ponovnim pritiskom na dugme *Next* otvara se poslednji prozor u kome se korisniku nudi da mu u okviru projekta bude stvorena skript datoteka u kojoj je automatski uključena biblioteka funkcija definisanih u DC. Pritiskom na dugme *Finish*, u delu gde se nalazi *Project Explorer* (prozor koji omogućuje hijerarhijski pogled na resurse iz cele radne površine) se pojavljuje folder sa upisanim imenom projekta u kome je sadržana skript datoteka.
2. Korisnik u okviru Groovy skript datoteke piše ispitne slučajeve. Kako su Groovy i Java usko vezani, datoteke u kojima korisnik želi da vrši ispitivanje programske podrške, pored biblioteke funkcija definisanih u DC, mora naslediti i Javinu *JUnit* biblioteku. S druge strane, podaci koje ispituje, dobijamo pomoću metoda realizovanih u DC. Tako na primer, ako se postavi tačka

prekida programske podrške i iščita vrednost nekog registra, pomoću metoda *Assert* klase (koja se nalazi u biblioteci *JUnit*) možemo ispitati da li se ta vrednost poklapa sa očekivanom. Više o *JUnit* načinu ispitivanja se može naći u [5]. U okviru skript datoteke mora postojati posebna metoda koja će tumačiti podatke poslate od strane DC. U zavisnosti koji je tip poruke poslat od strane DC, u okviru metode u skript datoteci se izvršava određeni ispitni slučaj.

3. U jednoj skript datoteci može se napisati više ispitnih slučajeva, a jedan projekat može da sadrži više skript datoteka. Dodatna mogućnost koja korisniku olakšava ispitivanje predstavlja zasebna *konfiguracija za pokretanje* (engl. *launch configuration*). Ona predstavlja uputstvo kako se pokreće program, u našem slučaju ispitivanje. U okviru tog uputstva omogućeno je da se izabere projekat koji želimo da ispitamo. Kada se ispitivanje završi, u okviru posebnog prozora (engl. *View*) u perspektivi, prikazani su ispitni slučajevi koji su uspešno izvršeni, zelenom bojom, i oni koji nisu, crvenom bojom.

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je alat za ispitivanje programske podrške koja se izvršava na ciljnoj DSP platformi, putem Groovy skript jezika. Program je realizovan kao proširenje razvojnog okruženja Sonnet, razvijenog za potrebe kompanije *Starkey*. Sama činjenica, da alat predstavlja proširenje postojećeg razvojnog okruženja je prednost za projektanta jer su mu svi potrebni alati za uspešno ispitivanje na jednom mestu. Projektantu je omogućena prikladna grafička sprema koja olakšava sam postupak ispitivanja. Uz realizovane metode u klijentskoj sprezi vrlo je lako povezati se na ciljnu platformu i očitati ili upisati podatke, postaviti tačku prekida i slično. Postojeći sistem za ispitivanje programske podrške preko skript datoteka oduzima projektantu mnogo vremena i sam postupak ispitivanja nije automatizovan. Ovim poboljšanjima je znatno olakšano ispitivanje namenske programske podrške jer se projektantu sav potreban alat za ispitivanje nalazi u okviru razvojnog okruženja.

Prikazan program se dalje može proširivati novim funkcionalnostima. U postojećem rešenju, biblioteku realizovanih metoda za ispitivanje je potrebno uključiti u skript datoteci, koja se nalazi u okviru projekta u razvojnog okruženju. Sledeći korak bio bi pravljenje samostalne DI biblioteke koja bi se mogla koristiti i van razvojnog okruženja. Ovo je bitno zbog činjenice da se sve više proizvoda baziranih na Eclipse podršci prevodi, generiše i ispituje automatski pomoću *Hudson* servera[6]. Takođe, u okviru

konfiguracije za pokretanje kao dodatnu stavku omogućiti odabir više projekata za ispitivanje. Na taj način bi se ispitali ispitni slučajevi iz svih skript datoteka koje se nalaze u okviru odabranih projekata. Na taj način bi se uštedelo vreme projektantu, te bi ispitivanje bilo još brže i efikasnije.

LITERATURA

- [1] Istraživačka grupa za embeded sisteme, Elektronski Fakultet, Niš, [Online] Available: <http://es.elfak.ni.ac.rs/es/Materijal/Pog.1-Uvod-definicija-ES.pdf>
- [2] V.Kovačević, M.Popović, M.Temerinac, N.Teslić, *Arhitecture i algoritmi digitalnih signal procesora I*, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2005.
- [3] E.Clayberg, D.Rubel, *Eclipse Plug-ins*, 3rd Edition, 2009.
- [4] Starkey, official web page
Available: www.starkey.com
- [5] P.Tahchiev, F.Leme, V.Massol, G.Gregory, *Junit in Action*, Second Edition, 2010.
- [6] M.Moser, T.O'Brien, *The Hudson Book*, 2011.

ABSTRACT

This paper describes a way of testing firmware using Groovy script language. This tool is implemented as an Eclipse IDE plugin. Therefore, a short description of what Eclipse Platform is and how it works has been included. Also, it explains implementation details for every part used in firmware testing.

Groovy script based firmware testing tool extension for Sonnet Integrated Development Environment

Milan Kovačević, Ivan Letvenčuk, Jelena Kovačević,
Dejan Kojić, Branko Milošević

**ENERGETSKI EFIKASNA RASVETA U PETROVARADINSKOM PODGRAĐU
I NA PETROVARADINSKOJ TVRĐAVI****ENERGY EFFICIENT LIGHTNING IN PETROVARADIN HISTORIC DISTRICT
AND PETROVARADIN FORTRESS**Bojan Kalkan, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO;****2. LED SVETILJKE**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljene su karakteristike nekih tipova sijalica koje se upotrebljavaju za javnu i dekorativnu rasvetu. Simulacija sadašnje rasvete Petrovaradinske tvrđave i Podgrađa je urađena u CAD programu DIALux. Na kraju su uštede u energiji i novcu upoređene sa investicionim troškovima i troškovima održavanja.

Abstract – In this thesis are presented characteristics of some light sources currently in use for street and decorative lightning. Simulation of current street lightning in Petrovaradin historic downtown and on Petrovaradin Fortress and proposed public lightning via LED was done in CAD software DIALux. Finally, gains in energy and money savings are compared with investment costs.

Ključne reči: Živine svetiljke /Metal-halogene svetiljke/ Natrijumove svetiljke/ LED svetiljke

1. UVOD

Tendencije razvoja sijalica za javno osvetljenje trenutno ide u pravcu ka diodnim sijalicama (LED), koje bi trebalo da zamene (u potpunosti ili bar u većim količinama) natrijumove i metal-halogene sijalice. Koliko uspešno, to će se videti iz daljeg razvoja diodnih sijalica. Diodne sijalice tretiraju se kao potpuno nova vrsta izvora svetlosti, ne toliko zbog načina konverzije električne energije u svetlosnu energiju, nego zbog tehnologije izrade. Naime, svi savremeni izvori svetlosti konstrukciono vode poreklo od inkandescentne sijalice. Sve te sijalice u osnovi sastoje se iz podnoška, balona i isijača svetlosti (usijano vlakno, fluorescentni premaz ili cevasti gorionik). Diodna sijalica vodi tehnološko poreklo iz poluprovodničke elektronike i konstrukciono je sasvim drugačija od ostalih sijalica, jedino postoji i dalje balon kao zaštita emitira svetlosti.

LED tehnologija brzo napreduje, postižu se veće efikasnost u lumenima po vatu, dok cena postaje prihvatljivija, mada verovatno nikada neće biti u rangu konvencionalnih svetiljki. LED se u početku koristio kao dekorativna rasveta objekata, a kako vreme prolazi, biće više smisla da LED svetiljke izađu i na ulice.

Evropska unija je propisala da se do 2015. izbacе živini izvori, a do 2017. natrijumove sijalice.

NAPOMENA:

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

Neke od prednosti LED svetiljki koje se često navode su: duži radni vek, manja potrošnja električne energije, visoka efikasnost pretvaranja električne energije u svetlosnu, male dimenzije svetiljke, temperatura bele boje po izboru (2.700K-10.000K), mogućnost emitovanja svetla u svim bojama, odsustvo infracrvenog i ultraljubičastog spektra, vernije prikazivanje boja, odsustvo otrovnih materija poput žive i teških metala i smanjenje emisije ugljen-dioksida.

3.1. Princip rada

LED (*Light Emitting Diode* - dioda koja emituje svetlo) je u suštini PN-spoj. Talasna dužina emitovane svetlosti, a time i njena boja zavise od širine zabranjene zone materijala od kojih je načinjena dioda. LED diode rade na jednosmernu struju.

Da bi se koristile na standardnim mrežama naizmenične struje, moraju biti opremljene spoljašnjim ili unutrašnjim ispravljačima koji obezbeđuju ispravljenu struju pri nižem naponu. Najveći problem kod LED svetiljki su drajveri, tj njihovo hlađenje.

LED svetiljke se reklamiraju da im radni vek traje oko 100.000 radnih sati, mada je realno oko 60.000 pri čemu svetlosni fluks opadne na 90% prethodne vrednosti.

3.2. Efikasnost

Na efikasnost svetiljke sa LED izvorima utiču efikasnost LED dioda, efikasnost LED drajvera i efikasnost (koeficijent transmisije) sočiva i staklenog protektora. Ako se uzme najčešći (i najbolji) slučaj gde se na štampanoj ploči nalaze samo diode bez elektronskih uređaja, a svi elektronski uređaji su objedinjeni i čine "drajver", efikasnost ovakvog uređaja (napajanje + izvor konstantne struje) iznosi i preko 90%.

Za razliku od konvencionalnih HID izvora (natrijumove sijalice visokog pritiska, metal-halogene sijalice) optički LED sistem najčešće ne sadrži reflektor (iako se u poslednje vreme sve više mogu naći svetiljke kod kojih svaka dioda ima svoj zaseban reflektor – još uvek neisplativo), već se kontrola svetla obavlja putem optičkih sočiva (kolimatora) i staklenog protektora.

Efikasnost kolimatora obično iznosi 85-92%, a uvrstivši i gubitke usled Fresnelove refleksije (približno 8%) može se uzeti da je efikasnost (stepen iskorišćenja) LED optičkog sistema približno 70-80% [1].

Trenutno LED svetiljke nisu dovoljno efikasne da se može ostvariti zamena svetiljki sa HID izvorima LED svetilkama višestruko manje snage, a pogotovo se ne mogu ostvariti tako velike uštede (i do 80%) električne

energije kao što se često navodi. Ovo praktično znači da, ukoliko se žele zadržati isti fotometrijski uslovi na određenoj saobraćajnici (ista svetlotehnička klasa – nivo sjajnosti, opšta i podužna ravnomernost i prag fiziološkog blještanja TI u skladu sa relevantnim međunarodnim preporukama), zamena se može izvršiti samo u odnosu približno 1:1.

Poslednjih godina je prisutan trend smanjivanja nivoa osvetljenosti saobraćajnica (izbora nižih svetlotehničkih klasa u odnosu na one koje su bile uobičajene u projektantskoj praksi), pa bi u skladu sa novim zahtevima LED izvori mogli biti adekvatno rešenje - umesto fiksiranih vrednosti za natrijumove izvore visokog pritiska (70, 100, 150, 250 i 400W), sa LED izvorima se mogu kreirati svetiljke željenih snaga u zavisnosti od broja pojedinačnih čipova.

Ovo se posebno odnosi na urbano osvetljenje, ali i javno osvetljenje saobraćajnica manjeg značaja (klasa M3 i niže klase) [1].

3. ANALIZA

3.1. Metod

Cilj ovoga rada je da se uporedi efikasnost sadašnjih i LED sijalica pri istim uslovima i u to onome gde su najmanji investicijski troškovi. Stoga će se zadržati postojeći razmeštaj svetiljki.

Za potrebe analize napravljeni su modeli koji približno odgovaraju stvarnom stanju i izvršene su računarske simulacije rasvete preko CAD programa DIALux 4.10.

Razmatrani su slučajevi kada bi bilo potrebno zameniti barem jednom svaku sijalicu u roku od 5 godina, koliko iznosi očekivani radni vek LED svetiljke.

Pretpostavka je da će cena struje rasti 10% godišnje, kao što je i do sada bio slučaj. Radi pojednostavljenja računa, dat je slučaj po najnižoj ceni u zelenoj tarifi. Stvarni troškovi su nešto veći.

3.2. Rasveta saobraćajnica i ulica u podgrađu

Veći deo podgrađa Petrovaradina je osvetljen fenjerima tipa Petrovaradin. Najkritičnija ulica je Beogradska ulica, gde kolovoz pripada svetlotehničkoj klasi M5 koja traži minimalno L_{sr} od 0,5 cd/m². [2]

Beogradska ulica je osvetljena sa 10 fenjera sa parne i 7 fenjera sa neparne strane.

Za ulicu se koriste živine sijalice snage 125 W koja daje svetlosni fluks od oko 6200 lm. Fenjeri su montirani na zidove kuća, na nejednakim udaljenostima i visinama. Stanje je aproksimirano fenjerom Napoleon 2000 proizvođača Philips sa natrijumovom sijalicom SON-TTP od 100W koja daje oko 7062 lm.

Pošto je bitno da svetiljka ne odskače od svog baroknog okruženja, izvršeno je poređenje dobijenih rezultata sa svetiljkom SCHREDER VALENTINO / 5068 / 48 LEDS 500mA WW / 33265S snage 66 W koja daje svetlosni fluks od 8682 lm.

Štrosmajereova ulica je primer ulice sa niskim intezitetom motornog saobraćaja, međutim, sa obe strane ulice nalaze se parkirani automobili na trotoaru.

Štrosmajerova ulica pripada svetlotehničkoj klasi M4 koja traži minimalno L_{sr} od 0,75 cd/m² [2].

Rasveta je izvršena preko 7 fenjera tipa Petrovaradin postavljena sa jedne strane.

Tabela 1. Sjajnost rasvete u Beogradskoj ulici

	L_{sr} (cd/m ²)	L_{min} (cd/m ²)	L_{max} (cd/m ²)
HPB700 IP66 ACC ROT 1xSON-TTP100W HB			
Trotor p.	1,44	0,04	9,75
Kolovoz	0,55	0,03	3,56
Trotoar n.	2,09	0,10	8,671
Kolovoz	0,59	0,05	3,44
Kolovoz	0,51	0,06	3,40
Trotoar p.	1,04	0,03	8,35
VALENTINO / 5068 / 48 LEDS 500mA WW / 33265S			
Trotor p.	1,51	0,04	5,39
Kolovoz	0,64	0,04	2,06
Trotoar n.	1,95	0,19	4,54
Kolovoz	0,68	0,10	1,80
Kolovoz	0,62	0,12	1,81
Trotoar p.	1,15	0,04	4,59

Tabela 2. Sjajnost rasvete u Štrosmajerovoj ulici

	L_{av} (cd/m ²)	L_{min} (cd/m ²)	L_{max} (cd/m ²)
Natrijumove visokog pritiska			
Trotoar p.	3,76	0,02	12
Kolovoz	1	0,04	3,87
Trotoar n.	0,53	0,161	1,27
VALENTINO / 5068 / 48 LEDS 500mA WW / 33265S			
Trotoar p.	2,98	0,03	6,59
Kolovoz	0,87	0,07	2,08
Trotoar n.	1,07	0,17	2,06

Iz tabela se može zaključiti da bi se upotrebom ove LED svetiljke dobila nešto manja srednja sjajnost na strani kolovozu i na strani ulice gde su svetiljke, ali da će sjajnost sa suprotne strane ulice biti duplirana.

Takođe bi se dobila ravnomernija sjajnost, što ističe kontraste i smanjuje zamor oka [2].

Svetiljka VALENTINO emituje svetlost ravnomernije nego fenjer iz prethodnog slučaja, pa su zato vrednosti sjajnosti manje, ali i dalje u granicama koje zahtevaju svetlotehničke klase kojima ove ulice pripadaju. Ravnomernost je veća, pri upola manjoj snazi.

Tabela 3. Mesečne potrošnje

	Živine	LED
Snaga sijalice (W)	125	62
Komada	48	48
Instalisana snaga (kW)	6	2,976
Mesečna potrošnja (kWh)	1980	982,08
Mesečna potrošnja (din)	10414,8	5156,741

Sadašnja cena živine sijalice iznosi 391 dinar, a radni vek je 16000 sati (oko 4 godine). U slučaju zamene barem jednom svake živine sijalice, za kupovinu novih sijalica potrebno je 18.768 dinara.

Ako se izlazak ekipe na teren plati po 1000 dinara po sijalici, za 48 sijalica to bi iznosilo 48.000 dinara.

Ukupna investicija za održavanje bi iznosila 66.768 dinara. Za kompletno skidanje starih i postavljanje novih svetiljki cena radova iznosi 2000 dinara po svetiljci.

Cena svetiljke Valentino iznosi oko 20.000 dinara. Za 48 svetiljki troškovi nabavke i ugradnje iznosili bi oko 1.152.000 dinara.

Tabela 4. Godišnje uštede

God	Cena struje (din/kWh)	Razlika u potrošnji (kWh)	Mesečna ušteda (din)	Godišnja ušteda (din)
1	5,26	997,92	5249,059	62988,71
2	5,78	997,92	5773,965	69287,58
3	6,36	997,92	6351,362	76216,34
4	7,00	997,92	6986,498	83837,97
5	7,70	997,92	7685,148	92221,77

Petogodišnja ušteda bi iznosila 384552,4 dinara. Ušteda umanjena za troškove održavanja postojećeg JO usled dužeg životnog veka LED svetiljki iznosi 767.447,62 dinara, što ne opravdava investiciju od oko 1.152.000 dinara za zamenu u ovom trenutku.

3.3. Rasveta tvrđave

Petrovaradinska tvrđava je osvetljena sa fenjerima tipa Novi Sad koji koriste svetlosni izvor MASTER COLOR CITY 150W. Na celoj tvrđavi nalazi se 198 fenjera koje su postavljene na konzole ili stubove i koje osvetljavaju pristupne puteve, pešačke zone i fasade zgrada. U ovom zadatku prikazan je primer rasvete platoa između umetničkih ateljea i zidina. Fenjeri tipa Novi Sad su aproksimirani svetiljkom PHILIPS HPB700 IP66 ACC ROT 1xCDO-TT150W HB, dok je LED svetiljka ponovo SCHREDER VALENTINO / 5068 / 48 LEDS 500mA NW / 33241S.

Tabela 5. Ravnomernost osvetljenosti između zidina i ateljea

E_{av}	E_{min}	E_{max}	u_0	E_{min} / E_{max}
HPB700 IP66 ACC ROT 1xCDO-TT150W HB				
31	0,01	290	0	0
VALENTINO / 5068 / 500mA NW / 33241S				
20	0,01	95	0,001	0

Prosečna horizontalna osvetljenost je manja kod LED svetiljki, ali i dalje zadovoljava svetlotehničke zahteve.

Tabela 6. Mesečne potrošnje

	Metal-halogene	LED
Snaga sijalice (W)	150	62
Komada	198	198
Instalisana snaga (kW)	29,7	12,276
Mesečna potrošnja (kWh)	9801	4051
Mesečna potrošnja (din)	51.553	21.308

Sadašnja potrošnja iznosi 9801 kWh, dok bi LED svetiljke trošile 4051 kWh. Mesečna ušteda bi iznosila 5749,92 kW.

Tabela 7. Godišnje uštede

Godina	Cena struje (din/kWh)	Razlika u potrošnji (kWh)	Mesečna ušteda (din)	Godišnja ušteda (din)
1	5,26	5749	30239,74	362.876,9
2	5,79	5749	33263,71	399.164,6
3	6,36	5749	36590,08	439.081
4	7,00	5749	40249,09	482.989,1
5	7,70	5749	44274	531.288

Sadašnja cena sijalice MASTER COLOR CITY 150W iznosi 3165 dinara, a radni vek je 14000 sati (oko 4 godine) uz 50% otkaza. Kupovina novih sijalica iznosila bi: 626.700 dinara. Neka se svaka zamena sijalica (tj. izlazak ekipe na teren) plati po 1000 dinara. Za 198 sijalica na tvrđavi to bi iznosilo 48.000 dinara. Ukupna investicija za održavanje bi iznosila 824.670 dinara.

Za skidanje i postavljanje svake svetiljke cena radova iznosi po 2000 dinara. Cena svetiljke Valentino iznosi oko 20.000 dinara. Za 198 svetiljki troškovi nabavke i ugradnje iznosili bi oko 4.356.000 dinara.

Petogodišnja ušteda bi iznosila 2.215.400 dinara. Ušteda umanjena za troškove održavanja postojećeg JO usled dužeg životnog veka LED svetiljki iznosi 1.390.730 dinara, što ne opravdava investiciju od oko 4.356.000 dinara za zamenu u ovom trenutku, a i postojeće svetiljke su ugrađene 2009. godine.

3.4. Dekorativna rasveta tvrđave

Zidine Petrovaradinske tvrđave i kula sa satom su osvetljene dekorativnim osvetljenjem. Osvetljenje zidina je izvedeno reflektorima izvedeno je sa dve linije svetiljki: duž ivice podnožja zidina i sa Kameničkog puta. Duž zidina montirani su reflektori NEOS 3I sa metal-halogenim sijalicama sa keramičkim gorionikom CDO-TT snage 250 W i temperatura boje 2800 K i reflektorima TERRA I sa metalhalogenim sijalicama CDM-TD snage 150W i temperature boje 3000K.

Sa Kameničkog puta svetlost bacaju reflektori Neos 3I sa natrijumovim sijalicama snage 400W i Focal I 70W, dok je kula sa satom osvetljenja reflektorima Focal I sa metalhalogenim sijalicama sa keramičkim gorionikom snaga 150 i 70W i temperature boja.

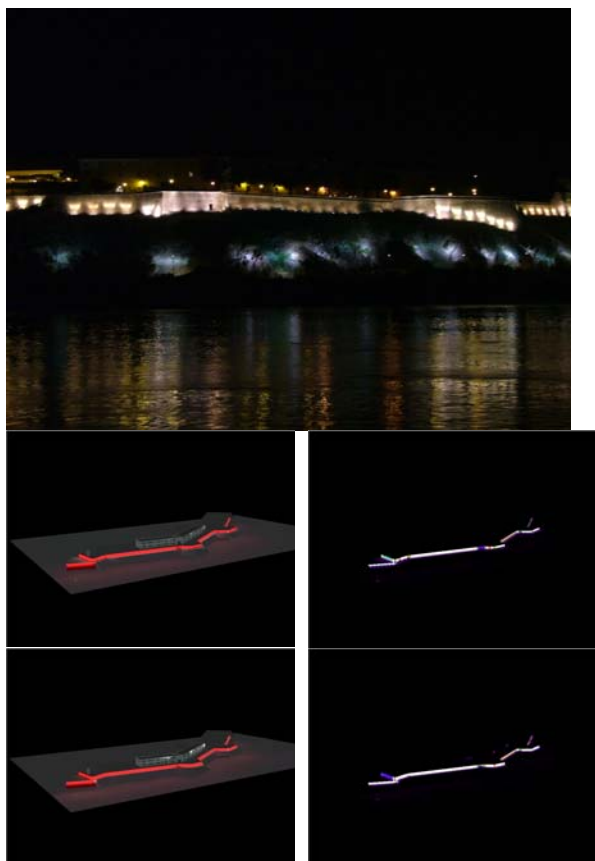
Za svetiljke Focal, TERRA i NEOS 3I snage 400 W trenutno nema LED ekvivalenta tako da je odnos snaga približno 1:1, pa analiza zamene tih svetiljki nije izvršena. Za svetiljke NEOS 2 i NEOS 3 koje su sada u upotrebi nađeni su ekvivalenti PHILIPS BVP650 14K 1xEco i BVP650 20K 1xEco.

Tabela 8. Upotrebljene sijalice

Svetiljke	Snaga Sijalice (W)	Komada
Metal-halogene		
NEOS 2 / 1703 / MH 150W / 211354	150	42
NEOS 3 / 1700 / MH 250W / 21331A	250	22
NEOS 3 / 1216 / MH 250W / 212873	250	20
LED		
BVP650 14K 1xEco	126	42
BVP650 20K 1xEco	181	42

Za ovakvu komplikovanu površinu kao što su zidine tvrđave nije bilo moguće uraditi izokandelni dijagram, pa su rezultati predstavljeni grafički na slici 1.

Sa slike se vidi da je nivo osvetljenosti koji daju LED svetiljke (donji red) skoro istovetan nivou osvetljenosti metal-halogenih sijalica (gornji red).



Slika 1. Osvetljenje zidina

Tabela 9. Mesečne potrošnje

	Metal-halogene	LED
Snaga sijalice (W)	150	62
Komada	198	198
Instalisana snaga (kW)	29,7	12,276
Mesečna potrošnja (kWh)	9801	4051
Mesečna potrošnja (din)	51.553	21.308

Sadašnja potrošnja iznosi 5544 kWh, dok bi LED svetiljke trošile 4255 kWh. Mesečna ušteda bi iznosila 1289 kW.

Tabela 10. Godišnje uštede

Godina	Cena Struje (din/kWh)	Razlika u Potrošnji (kWh)	Mesečna ušteda	Godišnja ušteda
1	5,26	1288,98	6780,035	81360,42
2	5,78	1288,98	7458,038	89496,46
3	6,36	1288,98	8203,842	98446,11
4	7,00	1288,98	9024,226	108290,7
5	7,70	1288,98	9926,649	119119,8

Sadašnja cena sijalice MASTER COLOR CITY 150W i 250 W iznosi 3165 dinara, a radni vek je 14000 sati (oko 4 godine) uz 50% otkaza. Kupovina novih sijalica iznosila bi 265.860 dinara. Neka se svaka zamena sijalica (tj. izlazak ekipe na teren) plati po 1000 dinara. Za 198 sijalica na tvrđavi to bi iznosilo 48.000 dinara. Ukupna investicija za održavanje bi iznosila 824.670 dinara.

Za skidanje i postavljanje svake svetiljke cena radova iznosi po 2000 dinara. Cena svetiljke BVP650 iznosi oko

20.000 dinara. Za 84 svetiljki troškovi nabavke i ugradnje iznosili bi oko 1.945.860 dinara.

Ušteda u periodu od 5 godina iznosi 496.713,5 dinara. Sama ušteda ne bi opravdala investicione troškove.

4. ZAKLJUČAK

LED svetiljke su praktična zamena za standardne sijalice jer imaju manju potrošnju energije, jednak ili malo duži radni vek, bolju sjajnost, brže uključivanje/isključivanje i veću trajnost i pouzdanost.

Što se tiče javnog osvetljenja, sistem realizovan preko LED svetiljki ne zahteva nikakve specijalne investicione zahvate u dodatnu infrastrukturu. Pogodan je za ugradnju na mestima gde su dotrajale postojeće svetiljke i u takvim uslovima dobijaće na značaju i u tehnokonomskim poređenjima.

Primenom ovog sistema se ostvaruje energetska efikasnost sistema javne rasvete (smanjenje potrošnje električne energije) i povećanje pouzdanosti u radu, uz smanjenje i operativnih troškova održavanja.

Ovo je sistem novijeg datuma, tehnološki najnapredniji izvor svetlosti, koji još nema sigurne pokazatelje da je njegov životni vek neuporedivo duži od svih ranije upotrebljivanih izvora svetlosti. Mnogi proizvođači su spremni da tvrde da je životni vek ovakvih svetiljki 12 godina.

Cena električne energije u našoj zemlji je dosta niska, što ne opravdava kratkoročnu ekonomska isplativost. LED svetiljke se mogu koristiti oko značajnijih objekata i prilikom izgradnje novih, a masovna zamena staro za novo nije isplativa.

5. LITERATURA

- [1] Andrej Đuretić, "Istine i zablude o LED tehnologiji" Minel-Schreder, Beograd, 2010.
- [2] Miomir B. Kostić, "Vodič kroz svet tehnike osvetljenja", Minel-Schreder, Beograd, 2000.

Kratka biografija:



Bojan Kalkan rođen je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2012.god.



Vladimir Katić je rođen 1954. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu 1991. godine. Od 2002. godine je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Trenutno je i prodekan Fakulteta tehničkih nauka i šef katedre za energetska elektroniku i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska pretvarači, obnovljivi izvori energije i kvalitet električne energije

**УПОРЕДНА АНАЛИЗА ТЕХНИКА И АЛАТА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ ПОДАТАКА СА
ЦИЉЕМ ПРЕДИКЦИЈЕ ЦИЈЕНЕ АКЦИЈА НА БЕРЗИ****COMPARATIVE ANALYSIS OF DATA MINING TECHNIQUES AND TOOLS FOR
STOCK MARKET PRICE PREDICTIONS**

Јована Веселиновић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област - ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – Рад садржи преглед техника и алата за истраживање података са циљем предикције вриједности акција на берзи. Предикција вриједности акција представља проблем одређивања будућих вриједности временске серије што може бити ријешено употребом техника за обраду временских серија. У раду је дат опис поменутих техника, као и примјери њихове примјене у оквиру сваког од тестираних алата (RapidMiner, Weka, R и GMDHShell). На крају је дато поређење резултата добијених у оквиру сваког од поменутих алата (за сваку коришћену технику).

Abstract – This paper presents an overview of data mining techniques and tools for stock market price predictions. Stock market price prediction represents a problem of determining future time series values which can be solved using a subset of data mining techniques (referred to as time series mining). Time series mining techniques are described as well as their implementations in well established tools: RapidMiner, Weka, R and GMDHShell. The paper concludes with the comparative analysis of the applied tools and the obtained prediction results.

Кључне ријечи: Истраживање и анализа података, Истраживање временских серија, Предикције вриједности акција, RapidMiner, Weka, R, GMDHShell

УВОД

Истраживање података је рачунски процес откривања корелација или шаблона у великим скуповима података употребом метода које се налазе на пресеку вјештачке интелигенције, машинског учења, статистике и система база података [1]. Општи циљ процеса истраживања података јесте издвајање информација из великих количина података.

Само истраживање обухвата више процеса анализе података из различитих перспектива, као и обједињавање добијених резултата ради проналажења корисних информација – информација које се могу користити за повећање прихода, смањење трошкова, за краткорочно и дугорочно предвиђање производње вјетроелектране, праћење нормалне и епилептичне активности мозга итд.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Александар Ковачевић, доц.

Информације се даље могу претворити у знање о историјским шаблонима и будућим трендовима.

Предмет овог рада је предикција кретања цијене акција одређене компаније на берзи. Циљ је формирање правила које ће класификовати кретање цијене акција у двије групе (раст или пад), као и искористити добијену класификацију за предвиђање цијене у неком наредном периоду.

У првој секцији је описан значај анализе временских серија, са акцентом на финансијску анализу и метрике које се користе за рачунање тачности модела. Опис проблема и скупа података је дат у другој секцији, док су у трећој описани коришћени обучавајући алгоритми. У четвртој секцији је описан сваки од коришћених алата као и кораци анализе за сваки од њих. Пета и шеста секција садрже поређење добијених резултата и карактеристика сваког од алата. У седмој секцији је дат закључак, а у осмој коришћена литература.

1. ИСТРАЖИВАЊЕ ВРЕМЕНСКИХ СЕРИЈА

Временска серија представља низ података, обично мјерен у сукцесивним временским тренуцима распоређеним у униформним временским интервалима. Временске серије се користе у статистици, обради сигнала, препознавању шаблона, економетрији, финансијама, временској прогнози, предвиђању земљотреса, електроенцефалографији, контролном и комуникационом инжењерингу.

Анализа временских серија обухвата скуп метода уз помоћ којих се врши екстракција значајних статистика и карактеристика самих података. Предвиђање временских серија представља коришћење различитих модела који су базирани на прошлим вриједностима.

1.1 Финансијска анализа временских серија

Финансијска анализа временских серија се односи на теоријску и практичну процјену вриједности цијена акција одређене компаније у току времена.

У циљу добијања што прецизнијих резултата овај тип анализе се углавном базира на креирању *window-a* (у даљем тексту прозора) над скупом података. Прозор обухвата одређен скуп података који се приликом обучавања модела третира као једна цјелина. Када је обучавање модела над одређеним прозором завршено, на основу подешених параметара се креира нови прозор над којим се понавља исти поступак. Квалитет рјешења зависи од параметара на основу којих се креира прозор и од метода које су том приликом коришћене.

Регресионе једначине (опис је дат у секцији 3.3) које служе за анализу временских серија често користе *lagged* промјенљиве, а њихова примјена се практикује у случају ауторегресивног модела [2], односно модела код кога је предвиђање вриједности промјенљивих засновано на њиховим прошлим вриједностима.

Оне креирају прозор или *snapshot* над временским подацима. Број креираних *lagged* промјенљивих одређује величину прозора.

Тачност модела који се користи за анализу може бити мјерена употребом више метрика чији се прорачуни заснивају на ставрним и предвиђеним вриједностима. Неке од њих су: *Mean absolute error* (MAE), *Mean squared error* (MSE), *Root mean squared error* (RMSE), *Relative absolute error* (RAE), *Root relative squared error* (RRSE), *Mean absolute percentage error* (MAPE), *Prediction accuracy* [3].

2. ОПИС ПРОБЛЕМА И СКУП ПОДАТАКА

Проблем на коме су алати тестирани представља предикцију цијена акција на берзи.

За потребе тестирања одабраних алата (*RapidMiner*, *Weka*, *R* и *GMDHShell*) кориштене су дневне цијене акција *Apple*-а. Скуп података садржи 1071 врсту и обухвата дневне цијене акција почев од 02.01.2009 па до 05.04.2013. Податке описује скуп од 6 атрибута, од којих први атрибут указује на датум, док се остали односе на цијену акција за тај дан.

Преузети су са *Yahoo Finance* [4] интернет сајта. Атрибути улазног скупа података су: *Date* (датум), *Open* (цијена акције на почетку дана), *High* (највиша цијена акције на дати дан), *Low* (најнижа цијена акције на дати дан), *Close* (цијена на крају дана тј. приликом затварања берзе, након 16ч.) и *Volume* (број акција којима се тргује на дати дан).

3. ОБУЧАВАЈУЋИ АЛГОРИТМИ

У овом поглављу су дате теоријске основе техника које су кориштене за анализу временских серија. За обучавање модела су, у зависности од алата, кориштене: неуронска мрежа, машина потпорних вектора и линеарна регресија.

3.1 Неуронска мрежа

Неуронска мрежа представља рачунарски модел који је настао по угледу на биолошке неуронске мреже. Састоји се из више вјештачких неурона који су међусобно повезани везама којима се преносе сигнали од једног до другог неурона [5].

3.2 Машина потпорних вектора

Машина потпорних вектора (*Support Vector Machine*) је обучавајући модел који се користи за класификационе и регресионе анализе. *SVM* узима улазни скуп података и предвиђа, за сваки појединачни улаз, којој од двије могуће категорије припада [6].

3.3 Регресија

Регресиона анализа је статистички процес који се користи за предвиђање веза између једне зависне и једне или више независних промјенљивих [7].

4. ФОРМИРАЊЕ МОДЕЛА

За потребе овог рада тестирана су четири софтверска окружења: *RapidMiner*, *Weka*, *R* и *GMDHShell* као тренутно актуелни у области анализе временских серија.

Сам процес анализе подијељен је у више дијелова: учитавање података, пред-процесирање, креирање модела и његово тестирање.

4.1. RapidMiner

RapidMiner је програмско окружење написано у *Java* програмском језику које се користи за машинско учење, истраживање података, анализу текста, предвиђање и бизнис анализе [8].

У овом алату кориштене су машина потпорних вектора, неуронска мрежа и линеарна регресија.

4.2. Weka

Weka (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*) је популарни пакет програма за машинско учење написан у *Java* програмском језику и представља комплетан скуп алата који омогућавају извлачење корисних информација из великих база података, као и каснију употребу тих информације у сврхе истраживања и анализе података [3].

У овом алату кориштене су машина потпорних вектора и линеарна регресија.

4.3. R

R [9] је софтверско окружење које се користи углавном за статистичко рачунање, развој статистичких софтвера, линеарно и нелинеарно моделовање, истраживање и анализу података, класификацију, кластеровање, графику итд. Изворни код *R* софтверског окружења је првенствено написан у *C*, *Fortran* и *R* програмским језицима.

У овом алату кориштене су машина потпорних вектора и неуронска мрежа.

4.4. GMDHShell

GMDH Shell [10] је софтвер за истраживање и анализу података и користи се за анализе временских серија, предвиђање, брзу детекцију разних аномалија података, информационих шаблона, кластера и других зависности у оквиру улазних података.

У овом алату кориштена је неуронска мрежа и „*Combinatorial*“ (алгоритам креиран од стране *GMDH Shell* тима).

5. РЕЗУЛТАТИ

Приликом анализе је било потребно извршити подјелу података на обучавајући и тестни дио. С обзиром на то да скуп података употребљен у овом раду обухвата дуг период 90% скупа је употребљено за обучавање, док је 10% одабрано за тест скуп. Обучавајући скуп у овом случају обухвата првих 945 врста података, док тестном припада 127 врста.

Код овог типа анализе временских серија није лако предвидити тачну цијену акција, тако да је акценат стављен на то да се предвиди смјер у ком ће се цијене кретати. Као мјере тачности модела кориштени су *RMSE* и *Prediction accuracy*. *RMSE* указује на то колико су добро одрађена предвиђања у поређењу са коришћењем задње познате циљане вриједности као предикције, док *Prediction accuracy* представља просјек

броја пута за које је модел тачно предвидио тренд кретања цијена акција у односу на погрешне процјене.

5.1. RapidMiner

Вриједности параметара су одређене експерименталним путем, а резултати који су том приликом добијени су средњег квалитета. *Prediction accuracy* вриједност за „Neural Net“ оператор износи 0.498% (+/-0.110), за „SVM“ је 0.558% (+/-0.243), док је за „Linear regression“ 0.496% (+/-0.250). *RMSE* вриједност за „Neural Net“ оператор је 5.075058, за SVM“ 3.673222, а за „Linear regression“ 5.875436.

5.2. Weka

Резултати који су добијени примјеном поменуте двије технике (секција 4.2) су незнатно лошији од оних добијених примјеном одговарајућих техника RapidMiner алата. Вриједност *RMSE* метрике за „Linear regression“ алгоритам износи 52.026, док је за „SVM“ алгоритам 14.0251. *Prediction accuracy* за „Linear regression“ је 46.875%, а за „SVM“ алгоритам 50%.

5.3. R

Приликом анализе у R алату, добијени су знатно бољи резултати него у случају претходна два алата. *RMSE* вриједност за ϵ регресију износи 5.387473, за θ регресију је 4.109502, док је за „NNET“ 5.16771. *Prediction accuracy* за ϵ регресију је 75.5905%, за θ регресију 79.5275%, а за „NNET“ износи чак 100%. Резултати су доброг квалитета.

5.4. GMDHShell

Вриједности параметара одређене су експерименталним путем, а резултати добијени примјеном двије поменуте технике (секција 4.4) су, као и у случају RapidMiner и Weka алата, средњег квалитета. *RMSE* вриједност за „Neural type“ алгоритам износи 7.798, док је за „Combinatorial“ алгоритам 7.740. *Prediction accuracy* вриједност за „Neural type“ је 48.8188%, а за „Combinatorial“ је 46.4566%. Добијени резултати су средњег квалитета.

5.5. Упоредна анализа добијених резултата

Од наведених метода, најбоље предвиђање у односу на кориштење последње познате циљне вриједности као предвиђања је дала машина потпорних вектора

(заступљена у RapidMiner, Weka и R софтверским пакетима), а што се тиче GMDHShell-а незнатно боље резултате је дао њихов интерни метод (Combinatorial) у односу на неуронске мреже. Овде предњачи „SVM“ алгоритам RapidMiner алата за који *RMSE* вриједност износи 3.673222, док је у случају R-а нешто лошији резултат и износи 4.109502. Након тога слиједи „Combinatorial“ алгоритам GMDHShell алата са 7.740, а затим „SVM“ алгоритам Weka алата са 14.0251.

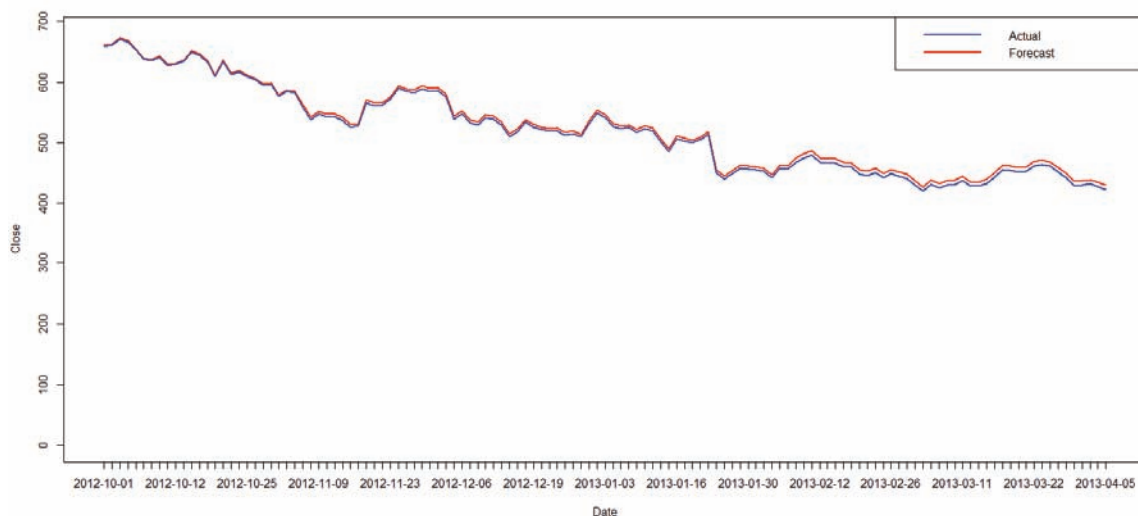
С друге стране, најбоље резултате предвиђања смјера у коме ће се кретати цијене акција у неком наредном периоду је предвидио „NNET“ алгоритам R софтверског пакета. Поменути алгоритам је тачно предвидио смјер кретања вриједности цијена акција у чак 100% случајева. Након тога слиједи машина потпорних вектора која је приликом анализе у R-у предвидила смјер кретања вриједности цијена акција са 79.5275% тачности, док је код RapidMiner-а та вриједност износила 55.8%. Код Weka-е је најбољи резултат дала машина потпорних вектора, али је он нешто лошији у односу на остале алате и износи 50%.

На крају можемо да изведемо закључак да су тестирани модели R софтверског пакета дали најпрецизније резултате приликом предвиђања смјера кретања цијена акција, а што се тиче резултата предвиђања у односу на кориштење последње познате циљне вриједности као предвиђања најбољи резултат је дала машина потпорних вектора RapidMiner алата. У табели 1. приказани су најбољи резултати сваког од алата.

Алати	Кориштене метрике	
	RMSE	Prediction
RapidMiner	3.673222	55.8%
Weka	14.0251	50%
R	4.109502	100%
GMDHShell	7.740	48.8188%

Табела 1. Најбољи резултати добијени од стране сваког од алата

На слици 1. дат је графички приказ резултата добијених употребом „NNET“ алгоритма R софтверског пакета.



Слика 1. Добијени резултати за „nnet()“ (100% тачно предвиђен смјер кретања цијена акција)

6. УПОРЕДНА АНАЛИЗА АЛАТА

Када се ради о начину употребе и савладавању сваког од поменутих алата, *R* је најтежи. Један од разлога је приступ путем командне линије, а други постојање великог броја пакета којима је могуће проширити функционалност *R*-а. Синтакса овог програмског језика је захтјевна и обухвата велики број могућности чији описи нису тако лако доступни као у случају других алата. Такође је веома тешко пронаћи одговарајући пакет јер нпр. постоји велики број пакета са *SVM* функцијом, али се имплементације тих функција у великој мјери разликују. Још један од проблема је што документација за сваки од пакета углавном није добро одрађена и не постоји ниједна препорука које пакете би било пожељно користити за неки одређени тип анализе. То је посљедица потпуне слободе која је дата корисницима по питању креирања функција и пакета, али са друге стране се то показало као добра пракса судећи по тачности резултата који су приказани у овом раду.

Најпрегледнији и најједноставнији интерфејс има *GMDHShell*, након њега слиједи *RapidMiner* па онда *Weka*. Код *GMDHShell*-а су све функционалности смјештене у оквиру једне картице. У *RapidMiner*-у је креирање процеса омогућено путем одвојених оператора, што представља једну од предности овог алата. *Weka* је компликованија, посједује велики број картица у оквиру којих је све прегледно организовано али захтјева стални прелазак са једне на другу картицу.

Приликом одабира модела нису јасно приказани параметри тог модела нити је јасно представљен начин на који им је могуће приступити, што је једна од великих мана овог алата. Још једна мана је и проблем приликом учитавања података приликом чега је потребно подесити параметре учитавања, а објашњење начина на који је то могуће одрадити се не налази нигдје у документацији.

Weka је изузетно осјетљива на податке који недостају у улазном скупу, па је потребно ручно уносити нерадне дане берзе, што је посебно компликовано уколико улазни скуп података обухвата дуг период. У улазном скупу података поред нерадних дана Америчке берзе недостају подаци за још пар дана који нису наведени као нерадни, због чега је овај алат пријавио грешку. У случају *GMDHShell*-а то је ријешено аутоматским повлачењем листе нерадних дана (са ограничењем на берзу САД), али није дошло до пријаве грешке због осталих дана чији подаци недостају. Још једна карактеристика овог софтвера јесте и аутоматско детектовање формата датума. Код *RapidMiner*-а и *R*-а није пронађен начин за имплементирање ове могућности, али они такође нису показали осјетљивост на овај проблем. Самим тим, ово се може навести као један од недостатака *Weka* алата.

На основу до сада изнесеног препоручује се употреба *R* софтверског пакета приликом рјешавања проблема овог типа.

7. ЗАКЉУЧАК

У раду је истраживано предвиђање будућег тренда кретања цијена акција *Apple*-а у циљу тестирања

тренутно најпопуларнијих софтверских алата у овој области.

Тестирани алати су: *RapidMiner*, *Weka*, *R* и *GMDHShell*, а подаци који су кориштени приликом тестирања су преузети са *Yahoo Finance* сајта.

Задатак је био формирање модела за предвиђање цијена акција у оквиру могућности сваког од поменутих алата.

Методе које су углавном биле заступљене у скоро свим софтверским пакетима су: неуронске мреже, линеарна регресија и машина потпорних вектора. Изузетак је *GMDHShell* који посједује интерни алгоритам развијен од стране *GMDHShell* тима.

На основу претходно приказаних добијених резултата и вриједности кориштених метрика препоручује се употреба *R* софтверског пакета за финансијске анализе временских серија.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Jason Frand, *Data Mining: What is Data Mining?*, <http://www.anderson.ucla.edu/faculty/jason.frand/teacher/technologies/palace/datamining.htm>
- [2] Terence C. Mills, *The Econometric Modelling of Financial Time Series*, 2nd edition, Cambridge University Press 1999, ISBN 0521 62492 4
- [3] *Weka*, <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>
- [4] *Yahoo Finance*, <http://finance.yahoo.com/q/bc?s=AAPL>
- [5] Diego Andina de la Fuente, Antonio Vega Corona, *Artificial Neural Network*, <http://www.gc.ssr.upm.es/inves/neural/ann1/ann1tutorial.html>
- [6] Corinna Cortes, Vladimir Vapnik, *Support-Vector Network*, Kluwer Academic Publishers, Boston 1995
- [7] *Regression analysis*, http://en.wikipedia.org/wiki/Regression_analysis#Linear_regression
- [8] Rapid-I GmbH, *RapidMiner 5.0 manual*, 2010
- [9] John Fox and Robert Andersen, *Using the R Statistical Computing Environment to Teach Social Statistic Courses*, Department of Sociology McMaster University 2005
- [10] *GMDH Shell*, http://www.gmdhshell.com/docs/learning_algorithm.htm

БИОГРАФИЈА



Јована Веселиновић рођена је 26.11. 1988. године у Фочи. Основну школу „Свети Сава“ је завршила 2003., а гимназију „Петар Кочић“ 2007. год. у Зворнику. Факултет техничких наука у Новом Саду уписала је 2007. год., одсјек Рачунарство и аутоматика, смјер Рачунарске науке и информатика. Бсц диплому је стекла 2011. год. Исте године уписује мастер студије на смјеру Рачунарске науке и информатика.

MERENJE OTPORNOSTI SISTEMA UZEMLJENJA

GROUNDING SYSTEM RESISTANCE MEASUREMENT

Predrag Leštanin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazane metode merenja otpornosti rasprostiranja sistema uzemljenja. Dat je kritički osvrt na pojedine metode i opisane su njihove prednosti i nedostaci. Posebno je ukazano na primenu ovih metoda kod merenja otpornosti rasprostiranja uzemljivača stubova visokonaponskih mreža.

Abstract – The paper presents the critical overview of grounding systems resistance measurement methods. The advantages and deficiencies of the methods proposed have been discussed. The methods for high voltage lines towers grounding systems resistance measurements were also discussed.

Ključne reči – Otpor uzemljenja, merenje otpora uzemljenja, uzemljenje stubova.

1. UVOD

Sistemi uzemljenja treba da omoguće ispravan i bezbedan rad elektroenergetskih mreža i postrojenja u normalnim i u havarijskim uslovima. Pri tome, ovi sistemi moraju obezbediti obavljanje ove funkcije unutar samih mreža i postrojenja, ali i u odnosu na različite infrastrukturne objekte i ljude u njihovoj blizini.

Posle uvoda u kome je ukazano na značaj ovih merenja, u drugoj glavi rada opisane su metode za merenje specifične otpornosti tla. U trećoj glavi su opisani spoljašnji uticaji koji mogu bitno uticati na tačnost merenja. U četvrtoj glavi je dat prikaz metoda za merenje impedanse sistema uzemljenja, a u petoj glavi je ukazano na moguće greške koje se mogu pojaviti prilikom ovih merenja. Šesta glava daje opis metoda za merenje otpora rasprostiranja uzemljivača stubova prenosne mreže. U sedmoj glavi opisano merenje injektiranjem ispitne struje, dok su u osmoj i devetoj glavi dati zaključak i literatura.

2. MERENJE SPECIFIČNE OTPORNOSTI TLA

2.1 Uvod

Pre početka projektovanja nekog uzemljivača potrebno je najpre izvršiti merenje specifične otpornosti tla pošto ova veličina bitno utiče na vrednost otpora rasprostiranja samog uzemljivača. Tehnike za merenje specifične otpornosti tla [1] u suštini su iste bez obzira na primenjenu metodu. Međutim, interpretacija dobijenih merenih rezultata može dati značajno različite rezultate za pojedine merne tačke na istoj lokaciji.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragutin Salamon, vanr. prof.

Ovo je naročito izraženo kada se radi o tlu sa promenljivom specifičnom otpornosti u horizontalnom ili vertikalnom pravcu. Ovakve situacije su u praksi vrlo česte.

2.2 Uticaj vlage, temperature i sadržaja soli

Specifična otpornost tla varira ne samo u zavisnosti od tipa tla, već i od temperature, sadržaja vlage i soli i kompaktnosti samog tla [2]. Vrednosti specifične otpornosti tla variraju 0.01 do 1 Ωm za morske vode i do čak $10^9 \Omega\text{m}$ za suve peščare. Specifična otpornost tla polako se povećava sa smanjenjem temperature od 25°C do 0°C. Ispod temperatura od 0°C otpornost rapidno raste. U zamrznutom tlu, u površinskom sloju, zimi specifična otpornost može biti izuzetno visoka.

2.3 Merenje specifične otpornosti

Metode za merenje specifične otpornosti tla su :

1. Venerova metoda četiri tačke (*Wenner four-point method*).
2. Metoda sa neravnomerno raspoređenim elektrodama (*Schlumberger-Palmer metod*).
3. Metoda pobijanja vertikalnog štapa (*Driven-rod method*).

3. UTICAJNI FAKTORI NA TAČNOST MERENJA NA SISTEMA UZEMLJENJA

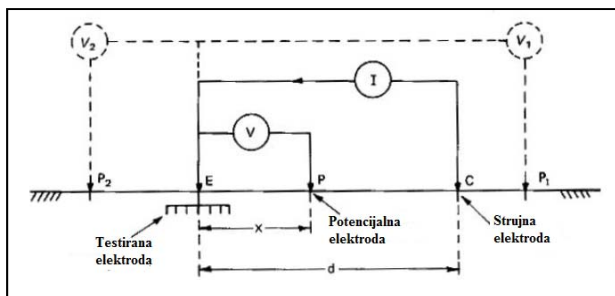
Pri merenju impedansi sistema uzemljenja manjih od 0.5 Ω , sa ispitnim strujama od reda 0.1 do 100 A, mogu se javiti određeni štetni uticaji koji mogu dovesti do značajnih grešaka u merenju. Te smetnje mogu najčešće biti posledica raznih elektromagnetnih ili kapacitivnih uticaja između mernog kola i vodova u postrojenju koji su u normalnom pogonu ili posledica izobličenja vremenskog oblika struje koja se formira u mernom kolu.

4. METODE ZA MERENJE IMPEDANSE SISTEMA UZEMLJENJA

4.1 Metoda pada potencijala (*Fall of potential method*)

Ova metoda se može primeniti za sve vrste merenja i ima nekoliko mogućih varijanti. Na Slici 1 je prikazana merna šema za merenje otpora uzemljivača. Strujno kolo se sastoji od uzemljivača E čiji se otpor meri i pomoćnog uzemljivača C koji predstavlja pomoćnu strujnu elektrodu (pomoćni uzemljivač). Merna struja I se injektira u kolo iz nekog poznatog izvora i meri se ampermetrom A. Voltmetrom V se meri pad napona između uzemljivača E i potencijalne (naponske) elektrode P. Merenja se vrše tako da se potencijalna elektroda pomera na pravcu X i postepeno udaljava od uzemljivača. Za svaku mernu tačku se računa vrednost otpora kao odnos izmerenog napona i struje.

Merenja se tako vrše u nizu tačaka i dobija se efekat da vrednost merenog napona postepeno raste. Taj rast se sa udaljavanjem od uzemljivača postepeno smanjuje sve dok se ne ustali na nekoj vrednosti. Ta vrednost predstavlja mereni otpor rasprostiranja uzemljivača. Zbog ovoga se metoda i naziva "metoda pada potencijala".



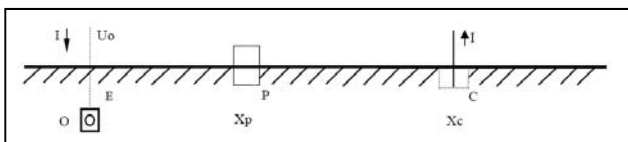
Slika 1. - Metoda pada potencijala

Rezultati merenja se mogu prikazati i grafički tako što se crta funkcija promene izmerenog otpora u funkciji udaljenja naponske elektrode od uzemljivača. Kada se vrednost izmerenog otpora ustali, kriva postaje paralelna sa apscisom i ta vrednost predstavlja otpor rasprostiranja uzemljivača. Da bi se dobio ovakav oblik krive, pomoćna strujna elektroda mora biti dovoljno udaljena od uzemljivača da bi se eliminisao njihov međusobni uticaj. Ova udaljenost se ponekad naziva "opseg" uzemljivača i može se smatrati razmakom za koje se smatra da je uticaj pomoćnog uzemljivača zanemarljiv. Najbolja garancija zadovoljavajućeg merenja je da je realizovan takav razmak između elektroda da su svi međusobni otpori dovoljno mali i da se kriva pada potencijala poravnava.

Glavna prednost metode pada potencijala je u tome što je jednostavna za realizaciju, a potrebno je da potencijalna i strujna elektroda imaju znatno veću otpornost od uzemljivača koji se ispituje, bez značajnog uticaja na tačnost merenja. Na slici su prikazane i neki drugi mogući položaji naponske sonde, ali se one primenjuju u praksi samo u slučajevima kada raspoloživi prostor nije dovoljan za realizaciju osnovne konfiguracije metode.

4.1.1 Određivanje optimalne pozicije potencijalne elektrode – „Pravilo 61.8%“

Kao problem se postavlja pitanje optimalnog udaljenja potencijalne od strujne elektrode za koje bi se sigurno dobio dovoljno tačan izmereni otpor, a da se pri tome ne mora raditi veći broj merenja u tačkama duž nekog pravca. To udaljenje prvi je odredio G.G. Tagg kada je uveo "Pravilo 61.8%" ("Rule 61.8%"). To pravilo govori da se tri posmatrane uzemljivačke elektrode E, P i C moraju nalaziti na istom pravcu, pri čemu se potencijalna elektroda P nalazi u tački koja je od merenog uzemljivača E udaljena 61.8% ukupnog rastojanja između merenog i pomoćnog uzemljivača C, kao što je prikazano na Slici 2.

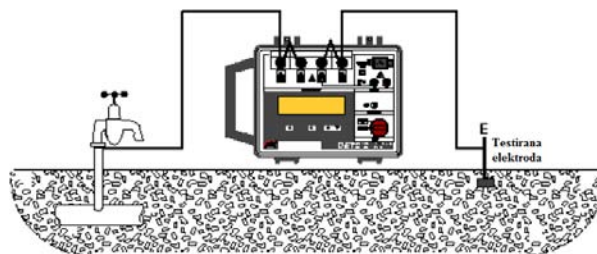


Slika 2. -Pravilo 61.8%

Pretpostavlja se da su elektrode E i C idealno poluloptastog oblika i da je zemlja homogena.

4.2 Metoda dve tačke ("Two point method")

U ovoj metodi, kao što je prikazano na Slici 3, meri se ukupan napon između nepoznatog i pomoćnog uzemljivača.



Slika 3. - Metoda dve tačke

Ova metoda se uglavnom koristi za merenje otpora uzemljene šipke ("driven rod") u čijoj se neposrednoj blizini nalazi neki veoma dobar uzemljivač (na primer, metalne vodovodne cevi) koji se može koristiti kao pomoćno uzemljenje. Smatra se da je otpor pomoćnog uzemljivača od metalnih vodovodnih cevi bez izolacije reda 1Ω i znatno je niži u odnosu na otpornost merenog uzemljivača. Za metodu se generalno smatra da je otpornost pomoćnog uzemljenja (vodovodne cevi) zanemarljiva u odnosu na otpornost nepoznatog uzemljivača i izmerena vrednost otpora se uzima kao otpornost nepoznatog uzemljivača. Ova metoda nije pogodna za uzemljenja malih otpornosti.

4.3 Metoda tri tačke ("Three point method")

Ova metoda podrazumeva korišćenje dve merne elektrode sa otpornošću elektroda označenim kao R_2 i R_3 . Otpornost merenog uzemljivača označena je kao R_1 . Vrše se merenja otpornosti između svakog para elektroda za sve moguće kombinacije elektroda. Poželjno je da otpori pojedinih elektroda budu koliko toliko jednaki, jer ako se oni mnogo razlikuju greške merenja mogu biti značajne. U merenjima elektrode moraju biti na dovoljno međusobno udaljene jedna od druge, jer u suprotnom mogu nastati apsurdni u proračunima, kao što su nula ili čak negativan otpor.

4.4 Metoda odnosa ("Ratio method")

U ovoj metodi, otpornost elektrode koja se ispituje upoređuje sa poznatim otporom, obično korišćenjem elektrode iste konfiguracije, kao u metodi pada potencijala. Pošto je ova metoda upoređivanja, očitavanja otpora nezavisna su od veličine ispitne struje, ukoliko je ona dovoljno velika da daje adekvatnu osetljivost.

4.5 Merenja sa simuliranim kvarovima ("Staged Fault Tests")

Merenja sa simuliranim kvarovima, sa realnim strujama rade se u onim slučajevima kada se žele dobiti određene specifične informacije o sistemu uzemljenja. Često se vrednost impedanse sistema uzemljenja može odrediti i kao rezultat analiza podataka o realnim kvarovima koji se dobijaju sa savremenih mernih i zaštitnih uređaja koji

beleže podatke o kvarovima. Takve situacije se mogu i simulirati sa ciljem da se snime vremenske promene napona i struja u određenim mernim tačkama pomoću osciloskopa ili nekog drugog mernog uređaja.

Pri tome, dobijeni naponi i struje često mogu imati i velike vrednosti, pa se u merenjima moraju koristiti i strujni i naponski merni transformatori.

4.6 Metoda merenja otpora uzemljenja korišćenjem "single clamp" tehnologije

Ova metoda se naziva i metoda strujnih klešta. U ovoj metodi, prilikom merenja otpora uzemljivača nisu potrebne pomoćne elektrode za injektiranje struje i merenje napona. Iz izvora koji je ugrađen u strujna klešta preko međutransformatora u merno kolo se dovodi poznati napon. Strujnim kleštima se meri struja koja se uspostavlja u mernom kolu, a otpornost kola se zatim računa kao odnos tog poznatog napona i izmerene struje u kolu uzemljivača.

4.7 Metoda nagiba ("Slope method")

Ova metoda je pogodna za upotrebu u slučajevima velikih sistema uzemljenja, kao što su uzemljenja velikih transformatorskih stanica.

Metoda podrazumeva nekoliko pojedinačnih merenja otpora uzemljenja na različitim rastojanjima naponske elektrode i sa različitim mernim strujama, a zatim crtanje krive promene otpornosti uzemljenja u funkciji merne struje.

Deo krive na kome ona ima konstantan nagib određuje vrednost merenog otpora. Potreban veći broj merenja i relativno složen proračun doprinose da se ova metoda koristi samo za veoma velike ili kompleksne sisteme uzemljenja.

5. MOGUĆI ŠTETNI UTICAJI PRI MERENJU IMPEDANSE SISTEMA UZEMLJENJA

Metoda pada potencijala inherentno može u merenje uključiti tri moguća uticaja koji mogu izazvati greške pri merenjima :

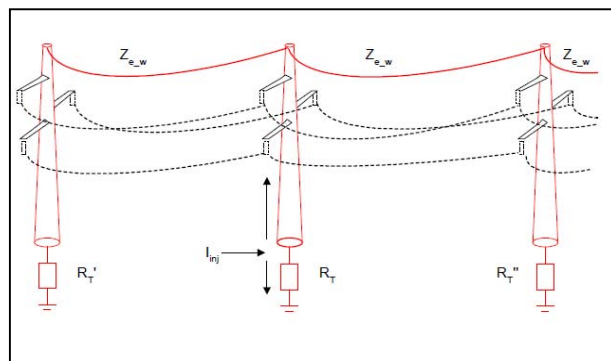
1. Međusobni uticaj merne i pomoćne elektrode.
2. Mogući elektromagnetni uticaj između strujne i naponske merne konture.
3. Mogući elektromagnetni uticaj između provodnika uzemljivača i naponske merne konture.

6. MERENJE OTPORA UZEMLJENJA STUBOVA PRENOSNE MREŽE

6.1 Merenje impedanse uzemljenja stubova koji su opremljeni zemljovodnim užetom

Kada su dalekovodi opremljeni zemljovodnim užetom, tada je uzemljenje svakog stuba povezano sa tim zemljovodnim užetom. Takav sistem uzemljenja je prikazan na Slici 4.

U ovom slučaju značajan deo struje I koja se injektira u uzemljenje stuba zatvara se preko zemljovodnog užeta i uzemljenja susednih stubova. Zbog toga se kao rezultat merenja ne dobija otpornost uzemljenja stuba R_T , nego se dobija ekvivalentna impedansa sistema uzemljenja zemljovodnog užeta voda [1].



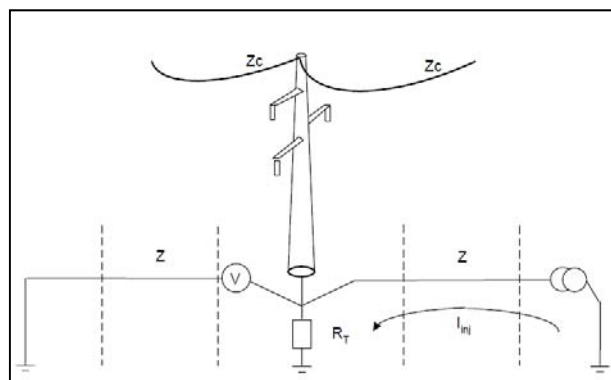
Slika 4. – Sistem uzemljenja stubova prenosne mreže

6.2 Visokofrekventna metoda merenja

Osnovna ideja je da se metoda pada potencijala korišćenjem visoke frekvencije prilagodi za merenje otpora uzemljenja stuba bez galvanskog odvajanja zemljovodnog užeta od stuba. Podizanjem frekvencije injektirane struje ostvaruje se efekat da vrednost impedanse zemljovodnog užeta Z_{eq} postaje vrlo velika, mnogo veća od otpornosti uzemljenja stuba R_T , tako da komponenta struje koja se odvodi preko zemljovodnog užeta i susednih stubova postaje zanemariva. Na vrlo visokim frekvencijama može doći do izražaja kapacitivna i induktivna sprega između kola za injektiranje struje i naponske merne konture što može dovesti do grešaka u merenjima.

6.3 Merenje otpornosti uzemljenja korišćenjem naponskih impulsa

Ova metoda se zasniva na refleksiji naponskih impulsa na elektrodama uzemljivača stuba i omogućava da se utvrdi ponašanje elektroda pri atmosferskim pražnjenjima, na primer udaru groma. Ovom metodom meri se impulsni otpor uzemljivača. Strmi naponski impuls vremenskog porasta (strmine) 1000 V/1 μ s što odgovara frekvenciji od reda 1 MHz primenjuje se između stuba i zemlje. Zbog velike frekvencije odvođenje struje preko zemljovodnog užeta (karakteristična impedansa $Z_c \approx 500 \Omega$) i susednih stubova je zanemarivo. Električno kolo prikazano je na Slici 5.

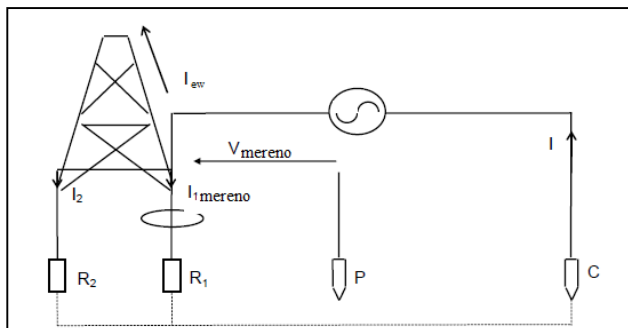


Slika 5. – Merenje sa korišćenjem naponskih impulsa

6.4 Korišćenje klasičnog merača otpora uzemljenja sa obuhvatnim strujnim transformatorom

Upotreba klasičnog merača otpora uzemljenja za merenje otpornosti uzemljenja stubova ne daje tačne rezultate, jer se deo injektirane struje preusmerava kroz nadzemno

zemljovodno uže, a drugi deo injektirane struje koji se meri prolazi kroz uzemljene elektrode. Stoga, jedno od mogućih rešenja sastoji se od merenja realne struje, injektirane u uzemljene stuba, koristeći metod pada potencijala. Ovo se može uraditi uz pomoć obuhvatnog strujnog transformatora, postavljenog oko uzemljennja stuba, što je prikazano na Slici 6.



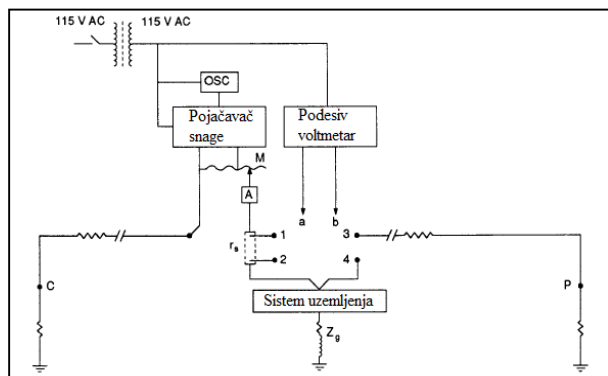
Slika 6. – Primena obuhvatnog transformatora

7. MERENJE IMPEDANSE UZEMLJENJA INJEKTIRANJEM ISPITNE STRUJE

7.1 Signal generator i pojačavač snage

7.1.1 Metoda podesivog voltmetra

Jedna od najjednostavnijih tehnika koje se koriste za merenje impedanse uzemljenja koristi mernu opremu koja se može naći u većini ispitnih laboratorija. Kao što je prikazano na Slici 7, oprema za ispitivanje sastoji se od transformatora prenosnog odnosa 1:1, stabilnog oscilatora, pojačavača snage sa internim ili eksternim transformatorom M i frekventno selektivno podesivog voltmetra i otpornog šanta r_s .



Slika 7. – Postavka opreme za mernje

7.1.2 Metoda dvokanalnog analizatora mreže (“Dual-channel network analyzer method”)

Metod analizatora signala određuje automatski, na osnovu strujnih merenja i merenja potencijala, impedansu sistema uzemljenja i ugao impedanse koristeći tehniku skeniranja frekvencije. Ova metoda omogućava kompletno određi-

vanje impedanse i faznog ugla u frekventnom opsegu koji se može izabrati tako da obuhvata i frekvenciju elektroenergetskog sistema.

7.2 Električna mreža niskog napona kao izvor merne struje

Impedansa sistema uzemljenja može se meriti i injektiranjem ispitne struje iz električne mreže niskog napona. Međutim, pri tome su mogući razni elektromagnetni uticaji napojnog kola i merne šeme na koje treba obratiti pažnju. Ta merenja se mogu raditi sa strujama reda 50 do 100 A pri kojima se ovi uticaji u najvećem broju slučajeva mogu zanemariti.

8. ZAKLJUČAK

Uzemljenja u elektroenergetskim sistemima treba analizirati da bi se utvrdile moguće vrednosti potencijala sistema uzemljenja i tla u njihovoj okolini koje se mogu pojaviti za vreme kvarova, tako da se obezbedi ispravan i bezbedan rad i sigurnost ljudi koji mogu biti izloženi njihovom dejstvu. Proračuni i iskustva pokazuju da, u datom tlu, karakteristike uzemljivačkih mreža u najvećoj meri zavise od veličine te mreže. Dodavanje dodatnih provodnika i vertikalnih šipki na uzemljivačku mrežu takođe će donekle smanjiti impedansu uzemljenja. Sve potrebne karakteristike uzemljivača treba proveravati merenjima.

9. LITERATURA

- [1] “IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground Systems”, IEEE Standard 81-1983.
- [2] “IEEE Guide for Measurement of Impedance and Safety Characteristics of Large, Extended or Interconnected Grounding Systems”, IEEE Standard 81.2-1991,
- [3] “Methods for measuring the earth resistance of transmission towers equipped with earth wires, CIGRE Working Group, C4.2.02, June 2005.

Kratka biografija:



Predrag Leštanin rođen je u Novom Pazaru 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2013. god.

**РАЗВОЈ СЕРВИСА ЗА ПРИСТУП ПОДАЦИМА И УПРАВЉАЊЕ
ДИСТРИБУИРАНИМ МОДЕЛОМ ДИСТРИБУТИВНЕ МРЕЖЕ
SERVICE FOR DATA ACCESS AND CONTROL OF DISTRIBUTED POWER
NETWORK MODEL DEVELOPMENT**

Игор Гашовић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду осмишљена је и имплементирана архитектура сервиса који управља дистрибуираним сервисом за рад са моделом података дистрибутивне електроенергетске мреже (NMS). Задатак је развити прототип за дистрибуирано извршавање метода за читање података базираних на Generic Data Access стандарду. Поред класичних дистрибуираних рачунарских система, сервис је намењен Cloud решењима, тако да је имплементација испитана на приватном Cloud-у заснованом на Hyper-V технологији [1].

Abstract – This paper presents a design and implementation of the service architecture for the power network data model management (NMS). The goal is to develop a prototype for a distributed execution of the standardized data access methods (GDA). In addition to classical distributed systems, the system is designed for Cloud solutions so it was tested on a private Cloud solution based on Hyper-V technology [1].

Кључне речи: електроенергетски системи, дистрибуирани системи, модел података

1. УВОД

Највећи проблем класичног централизованог решења сервиса за управљање моделом података дистрибутивне мреже је његова лоша скалабилност. Обрада и чување података за велике мреже подразумева коришћење великих меморијских ресурса, а поред тога динамичке измене су много чешће и морају да се раде над већим скупом података. Да би систем извршавао електроенергетске прорачуне за велике мреже довољно брзо, потребан је изузетно јак хардвер, који је скуп, док су неке мреже толико велике да их није могуће обрађивати на једном рачунару.

Мрежу је могуће поделити по тзв. регионима (коренима), који се могу груписати у изоловане групе региона (независне од осталих делова мреже). Циљ је ове изоловане групе региона распоредити по рачунарима (процесорима) и обрађивати их паралелно са одговарајућим сервисима. У ту сврху је дизајниран и имплементиран управљачки сервис, који поред поделе модела по инстанцама, служи као управљачки механизам за проширивање модела, координацију

међу сервисима итд. У првом делу рада је описана архитектура наведеног дистрибуираног система. Други део рада се бави дистрибуирањем GDA метода, где управљачки сервис има кључну улогу, пошто филтрира и обрађује кориснички захтев пре него што га проследи инстанцама сервиса који похрањују модел података.

У поглављу 2 је описан модел дистрибутивне мреже и стандарди на основу којих су подаци организовани и достављени кориснику. Поглавље 3 се бави предностима и манама различитих приступа имплементацији дистрибуираних система, уз осврт на комуникацију међу процесима тог система. Поглавље 4 описује архитектуру целог система, док поглавље 5 детаљније описује архитектуру и имплементацију управљачког сервиса. У поглављу 6 су анализирани резултати испитивања предложеног решења, док су у последњем поглављу изведени закључци на основу добијених резултата.

2. МОДЕЛОВАЊЕ ДИСТРИБУТИВНЕ МРЕЖЕ

Дистрибутивне мреже су радијалне структуре (сваки потрошач се напаја само једним путем са само једног извора) са малим бројем контура (слабо упетљане) [2]. Поједностављено посматрано, целокупан модел се састоји из трансформаторских станица међусобно повезаних водовима, које напајају одређену групу потрошача.

Анализа рада аналитичких енергетских функција довела је до закључка да се прорачуни врше са подацима у оквиру корена, где је корен скуп елемената напајан из истог извора [3]. Више корена се групише у партиције, а критеријум груписања у партиције је минимална зависност података између партиције (у идеалном случају подаци су независни). Модел података је подељен на блокове. Блокови се састоје из низа међусобно повезаних елемената. Елементи се сматрају повезаним ако су спојени било којим типом проводне опреме, сем отвореним прекидачем.

2.1. Стандарди

CIM (енг. *Common Information Model*) је стандард који дефинише начин представљања података и веза међу њима, чија је сврха конзистентно управљање подацима на сервисима, независно од њихове интерне структуре. *CIM* дефинише најважније ентитете електроенергетске мреже и њихову међусобну релацију. Настао је због потребе енергетских компанија за разменом података међу својим сервисима [4].

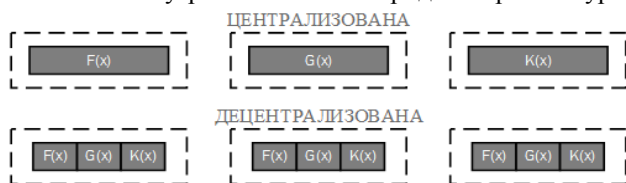
НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Александар Ердељан, ванр. проф.

GDA (енг. *Generic Data Access*) стандард дефинише сервисе који су потребни да се приступи ентитетима који су дефинисани CIM стандардом [5]. Он омогућава клијенту да приступи подацима који се налазе у другој компоненти (апликацији или бази података) или систему без икаквог знања о логичкој шеми по којој је организован модел података.

3. АНАЛИЗА ДИСТРИБУИРАНИХ СИСТЕМА

Основни типови архитектура дистрибуираних система су централизована и децентрализована, које се могу комбиновати у разне облике хибридних архитектура.



Слика 1: Типови архитектуре дистрибуираног система

Централизована архитектура, позната као клијент-сервер архитектура, се заснива на вертикалном дистрибуирању система и најчешће је организована у три нивоа: кориснички интерфејс, слој за обраду података и слој за управљање базама података. Предности оваквог вертикалног дистрибуирања су у високом нивоу контроле над системом, чиме се омогућава аутентификација, и сигурност уопште. На жалост, овај приступ доводи до појаве великог уског грла кад су у питању перформансе. Иако су функционалности система подељене по рачунарима, ти рачунари имају своја ограничења, а сва комуникација је усмерена кроз један канал. Због тога се у једном тренутку поново долази до проблема нескалабилности система, а додатном гранулацијом функционалности се систем додатно компликује, до тренутка када више није могуће оптимално поделити функције. Поред тога, као и код централизованих система, дистрибуирани системи са вертикалном дистрибуцијом могу да имају проблем са ценом хардвера која експоненцијално расте.

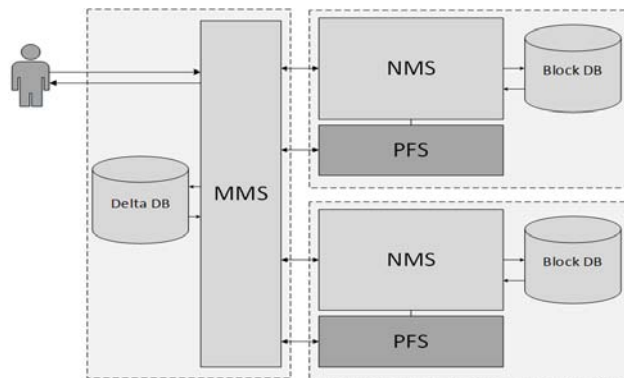
Децентрализоване *peer-2-peer* архитектуре деле своје податке по машинама, тако да сваки део система има потпуну функционалност али над одређеним скупом података. Код оваквих система, не постоји јасна разлика између клијента и сервера, сва интеракција између процеса је симетрична (један процес се у исто време понаша и као клијент и као сервер) [6]. Овакве архитектуре решавају проблем скалабилности клијент-сервер архитектура, али уз многе проблеме. Први проблем је проблем перзистентности података. Иницијализација система је знатно компликованија, поготову у случају великог броја машина у мрежи. Укључивање нових машина у систем без неког облика централизованог управљања је знатно отежано. Такође, сигурност представља велики проблем зато што је систем отворен на много више места. Решавање ових проблема знатно усложњава систем, а многа од решења додатно оптерећују мрежу што значајно смањује перформансе система.

Хибридне архитектуре теже проналажењу компромиса између сигурносних захтева и максималног

оптерећења унутрашње мреже са једне стране, и грануларности функција система, балансирања оптерећења на излазним тачкама система и цене хардвера са друге.

4. АРХИТЕКТУРА РЕШЕЊА

Разматрани систем је подељен на компоненте, при чему свака компонента има сет функционалности и повезана је са осталим компонентама преко приступних тачака. Систем се састоји из неколико компоненти: *MMS* (енг. *Model Manager Service*), *NMS* (енг. *Network Model Service*), и *PFS* (енг. *Power Functions Service*, сервис за извршавање енергетичарских функција). *MMS* управља системом а *NMS* управља моделом података. У систему постоје два типа базе података, делта база, која садржи информације о партицијама и историју измена на моделу, и блок база, у којој се налази модел података. Све компоненте сем *MMS*-а су подељене на више инстанци, што се види на слици 2.



Слика 2: Архитектура решења са две партиције

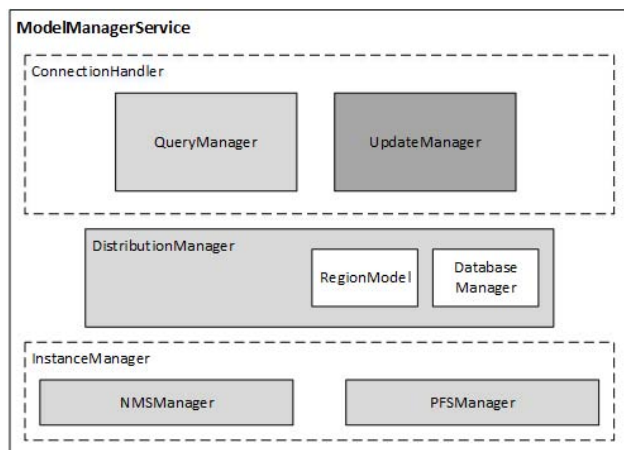
Под претпоставком да су партиције потпуно независне једна од друге, модел података је могуће поделити на више приближно једнаких делова, где би се сваки део састојао из једне или више партиција и налазио на једној машини. Подела целог модела података је омогућила хоризонталну поделу свих сервиса, што се и може видети на слици 2. *MMS*-у је, поред постојећих, додељена и улога координатора оваквог дистрибуираног система, као и усмеривача порука између корисника и система. Блокске базе (енг. *Block Database*) су идентичне и садрже цео модел, тако да *NMS* по потреби може узети потребне податке, без икаквог обраћања *MMS*-у. Оваква архитектура је условљена чињеницама да је број корисничких сервиса мали, тако да нема потребе за балансирањем оптерећења на излазним тачкама система. Природа модела података је таква да је немогуће директно преусмеравати захтеве од корисника до инстанце (случај када су кориснику потребни подаци са неколико инстанци). Предложено решење поставља услов да дистрибуирани делови сервиса не могу међусобно да комуницирају, тј. да је могућа комуникација само са сервисима на локалној машини и *MMS*-ом.

5. СЕРВИС ЗА УПРАВЉАЊЕ МОДЕЛОМ (*MMS*)

Сервис за управљање моделом је једини сервис који није дистрибуиран те стога представља уско грло система. Његова улога је у координисању

иницијализације система и ажурирања модела, као и дистрибуирање модела по инстанцама. Сервис је издељен на компоненте, што се види на слици 3.:

- *InstanceManager* се бави управљањем инстанцама сервиса,
- *DistributionManager* поделом модела на партиције, груписањем партиција и поделом тих група по инстанцама, а
- *DatabaseManager* управљањем делта базом података.



Слика 3: Архитектура MMS-a

С обзиром да је неопходно да унутрашња организација сервиса буде скривена од корисника, потребно је увести улогу посредника у комуникацији корисника и жељеног сервиса. Имајући у виду да је *MMS* једина компонента која има приступ целокупном моделу података, он преузима улогу посредника. Пример посредовања *MMS*-а у комуникацији је *QueryManager* са слике 3, којим се дистрибуирају позиви *GDA* метода ка инстанцама *NMS*-а.

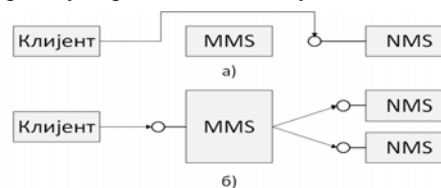
5.1. Дистрибуирање *GDA* метода

Подела модела је таква, да иако су делови модела на инстанцама независни, они не искључују једни друге. У случају *GDA* метода, то је изражено чињеницом да корисник може истовремено тражити податке са неколико инстанци. Због тога, *MMS* пре прослеђивања захтева мора да обради пристиглу поруку. У зависности од методе која се позива зависи и начин обраде, али се у општем случају на основу улазног параметра одређује којим инстанцама треба проследити позив. Избацују се сви непотребни подаци из позива ка тим инстанцама, након чега им се шаље захтев. Добијени резултати се спајају и враћају кориснику.

Комбинација резултата представља други изазов пошто, према спецификацији, све *GDA* методе (сем *GetValues*) не враћају податак него референцу ка њему, а корисник касније помоћу те референце тражи податке. Дистрибуирањем ових метода се долази до тога да *MMS* у једном тренутку има низ референци које је потребно мапирати на јединствени идентификатор који би се вратио кориснику. Он је назван глобални идентификатор, и помоћу њега корисник од *MMS*-а тражи податке, који даље проналази идентификаторе ка подацима на инстанцама, прикупља их и даје кориснику. Та мапа идентификатора је проширена и са референцом ка локалним подацима, што је

условљено имплементацијом дистрибуиране методе за прикупљање података која често од инстанци добије више података него што је корисник тражио. Ти локални подаци имају приоритет над подацима који се налазе на инстанцама *NMS*-а. Овакав приступ, поред смањеног броја размењених порука са инстанцама, значајно поједностављује имплементацију. Мана овог приступа је додатно меморијско оптерећење *MMS*-а, које ипак остаје у прихватљивим границама.

Предност дистрибуираних *GDA* метода у односу на централизоване је у томе што се сви упити паралелизују, чиме се извршавање убрзава. Са друге стране, с обзиром да постоји посредник у комуникацији, извршавање је успорено јер се размењују бар три додатне поруке, као што се може видети на слици 4. Из овога се може закључити да свако решење има својих предности и недостатака, што ће бити анализирано у наредном поглављу.



Слика 4: Веза корисника са *GDA* приступном тачком - а) централизовано и б) дистрибуирано решење

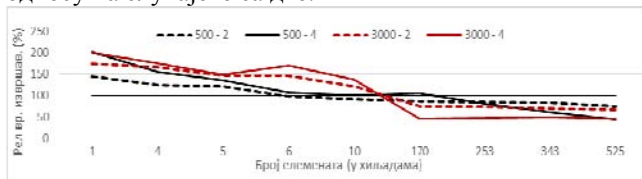
6. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Испитивање имплементираног решења је извршено у приватном *cloud* окружењу. Приватни *cloud* је подигнут на једном *Blade* серверу који садржи 24 логичка језгра (6 физичких), 64GB радне меморије, и две 1Gb/s мрежне картице. На серверу су подигнуте виртуелне машине са по 4 логичка језгра и 4GB радне меморије. На свим машинама је инсталиран *Windows Server 2012* оперативни систем. *MMS* и клијентска тест апликација су смештени на заједничкој виртуелној машини. *NMS* инстанце су распоређене по осталим машинама. Испитивање се ради за једну, две и четири инстанце *NMS*-а.

Процес прикупљања података се састоји из два корака. Први корак покреће обраду модела на *NMS* инстанцама, који припрема податке за слање (генерисање резултата), док се другим добављају припремљени подаци. Број елемената једног типа расте линеарно са порастом величине модела, због чега није могуће директно поредити резултате добијене захтевом за елементе једног типа податка за различите величине модела. Стога су сви резултати релативни у односу на неку референтну вредност. Да би упоредни приказ био могућ, на апсциси графика са слике 5, број елемената датог типа подељен са бројем трансформаторских станица које се налазе у моделу, што је могуће урадити захваљујући линеарном расту броја елемената модела. Овај однос је једнак за све тестне моделе. Приказани су резултати добијени за најмањи (500 трансформаторских станица) и највећи (3000 транс. станица) тестни модел.

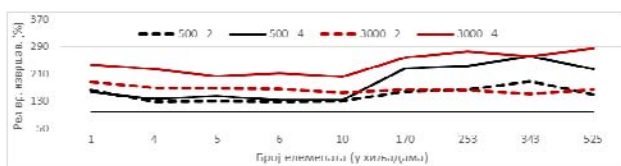
За мали број пренетих података убрзање је и до два пута, а опада са порастом броја елемената. Такође,

случајеви са четири инстанце понашају екстремније у односу на случајеве са две.



Слика 5: Релативно време генерисања и добављања резултата за две и четири инстанце у односу на време извршавања на само једној инстанци

С обзиром да се очекује убрзање за велики број података, потребно је проверити време извршавања припреме података за слање, што је урађено на сл. 6.



Слика 6: Релативно време генерисања резултата на две и четири инстанце NMS-a у односу на време извршавања на само једној инстанци

Припремање података, које се ради унутар NMS сервиса, је у свим испитаним случајевима брже на више инстанци него на једној. Убрзање је константније за случајеве са две инстанце. Са порастом броја тражених елемената, расте предност система са четири инстанце, зато што је модел подељен на више делова а временски удео размене порука је мањи. Ово и даље не објашњава успорење примећено на слици 5, због чега је неопходно анализирати временски удео генерисања резултата у процесу.



Слика 7: Временски удео генерисања резултата

Са ове слике се јасно види да у свим случајевима највећи временски удео узима добављање резултата. Временски удео генерисања резултата је највећи за мали број елемената, око 6%, након чега опада. Разлика између резултата за различит број инстанци није приказана пошто је занемарљива.

На основу добијених резултата се може закључити да је систем добро оптимизован за мање упите. Убрзање дистрибуираног решења је 50% до 100% у односу на централизовано за упите до 15000 елемената. Са друге стране, дистрибуирано решење се понаша око 50% лошије за велике упите (300000 елемената и више). Са ових графика се може закључити да максимално оптерећење мреже још увек није достигнуто, тако да оно не утиче на брзину извршавања. Централизовано решење се у овом случају понаша боље услед несавршености имплементационог окружења.

Из свега овога се може закључити да је дистрибуирано решење исплативије од централизованог, а уз додатне оптимизације ће бити још исплативије.

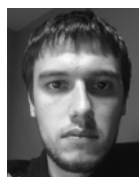
7. ЗАКЉУЧАК

Дистрибуирани системи представљају неопходан следећи корак у развоју апликација. Њихове перформансе су ограничене квалитетом мреже која повезује делове система, али су скалабилнији од централизованих. У овом раду је осмишљена и имплементирана архитектура сервиса за приступ и управљање подацима дистрибутивне мреже мреже. Испитивањем је закључено да је брзина обраде модела знатно убрзана, као и добављање мање количине података. С обзиром да је овакав тип захтева најчешћи (у односу на захтеве за елементима реда милиона), у општем случају побољшање постоји. Решење узима у обзир претпоставку да су партиције независне што често није случај. Такође, рад се не бави заштитом података, што се у будућности мора узети у обзир. Иако не постоји велики број клијената, количина размењених података може бити велика те би се део MMS-a који се бави прослеђивањем корисничких упита могао мултиплицирати. Поред унапређења процеса комуникације, неопходно је оптимизовати и интерне структуре, чиме би се спајање резултата добијених од инстанци убрзало.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] A. Finn, M. Luescher, P. Lownds, D. Flynn, "Windows Server 2012 Hyper-V", March 2013
- [2] B. Стрезоски, "Основни појмови релевантни за технички систем управљања дистрибутивних мрежа", V скуп Трендови развоја: "Нове технологије у електродистрибуцији", Копаоник, 1999
- [3] D. Capko, A. Erdeljan, M. Popovic, G. Svenda, An Optimal Relationship-Based Partitioning of Large Datasets, 14th East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems, Novi Sad, Lecture Notes in Computer sciences, Vol. 6295, pp. 547-550., 2011
- [4] „IEC 61970-301: Energy management system application program interface (EMS-API) – Common Information Model (CIM) Base“, IEC, 2007.
- [5] „IEC 61970-403: Energy management system application program interface (EMS-API) – Generic Data Access“, 2008
- [6] A. S. Tanenbaum, M. Van Steen: *Distributed Systems: Principles and Paradigms (2nd edition)*, Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, USA, 2006

Кратка биографија:



Игор Гашовић је рођен 14.06.1989 у Сарајеву. Завршио је гимназију „Јован Јовановић Змај“ у Новом Саду 2008. год. Факултет техничких наука у Новом Саду уписао је 2008. године. Испунио је обавезе и положио све испите предвиђене студијским програмом. Bsc диплому стекао је 2012. године на усмерењу Рачунарска техника и рачунарске комуникације. Исте године уписује мастер студије на усмерењу Примењене рачунарске науке и информатика.

ISPITIVANJE ZAMUĆENOSTI TEČNOSTI U BUŠOTINAMA TESTING LIQUID TURBIDITY IN BOREHOLES

Vladimir Krasko, Miloš Živanov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu analizirani su različiti načini za ispitivanje zamućenosti tečnosti. Posmatrana su rešenja sa optičkim vlaknima, a realizovano je rešenje sa LED i fototranzistorima. Urađene su simulacije ponašanja senzora u raznim sredinama, kao i kalibracija gotovog senzora.

Abstract – In this paper different ways to test turbidity of liquid are analyzed. Solutions with optical fibers are analyzed, and the solution with LED and phototransistors is implemented. Simulations of the sensor in various liquids and the sensor calibration were done.

Ključne reči: Optičko vlakno, Zamućenost, LED, Fototranzistor

1. UVOD

Zamućenost (mutnoća, turbiditet) se smatra ključnim tehničkim parametrom u ispitivanju kvaliteta vode. Ona predstavlja smanjenje transparentnosti tečnosti usled prisustva nerastvorenih materijala. Mutnoća vode u prirodi potiče od: suspendovanih čestica gline, čestica mulja, finih, sitnih organskih i neorganskih materija, rastvorenih, obojenih organski materija, mikroskopski sitnih živih organizama, planktona, itd. [1]

Rasejanje svetlosti u zavisnosti od pozicije fotodetektora može biti: nefelometrijsko (ako je detektor tačno pod 90° u odnosu na pravac prostiranja svetlosti), rasejanje ispred (ako je taj ugao manji od 90°) i rasejanje iza (ako je ugao veći od 90°). Najčešće korišćena jedinica za zamućenost je NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

Za potrebe ovog rada analizirali smo komercijalne senzore za merenje zamućenosti (marke Mettler Toledo) [2], princip rada transdjusera zamućenosti [3]. Proučili smo kako se može pratiti kvalitet tekuće vode pomoću kolorimetrijske metode [4].

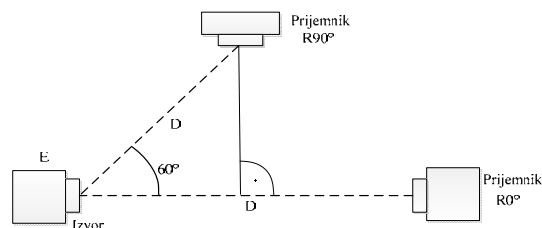
Takođe, ovde su su analizirane i ostale ideje koje su uglavnom bazirane na primeni plastičnih optičkih vlakana. U te ideje spadaju ideje sa dva i tri prijemna optička vlakna. Iako ta vlakna imaju mnoge pozitivne osobine koje bi u ovom radu dobro poslužile, ipak se odustalo od njihovog korišćenja jer bi dolazilo do njihovog preteranog savijanja. To bi prouzrokovalo pogrešna očitavanja rezultata [5]. Pored ovog (glavnog) razloga, napomenuti su i ostali razlozi zbog kojih se odustalo od primene plastičnih optičkih vlakana, a to su, na prvom mestu, nejednaka udaljenost prijemnih optičkih vlakana od predajnog optičkog vlakna.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miloš Živanov.

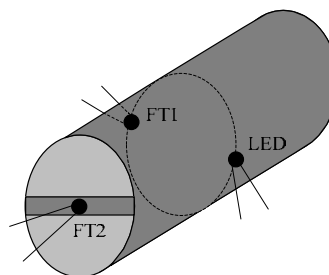
2. EKSPERIMENTALNA ANALIZA

U ovom radu korišćena je sledeća ideja pri ispitivanju zamućenosti: sa jedne strane cevi koja se uranja u tečnost koja se ispituje se nalazi LED, naspram nje se nalazi jedan fototranzistor, a pod 90° u odnosu na pravac prostiranja svetlosti se nalazi drugi fototranzistor, kao što se vidi na slici 1. Naspramni fototranzistor prikuplja direktno zračenje sa LED, a fototranzistor koji je pod pravim uglom u odnosu na pravac prostiranja svetlosti prikuplja svetlost rasejanu od raznih materija u tečnosti koje prouzrokuju njenu zamućenost. Na kraju se zamućenost dobija kao odnos količine zračenja na fototranzistoru postavljenom pod 90° i količine zračenja na naspramnom fototranzistoru u odnosu na izvor svetlosti.



Slika 1. Princip rada senzora za merenje zamućenosti tečnosti

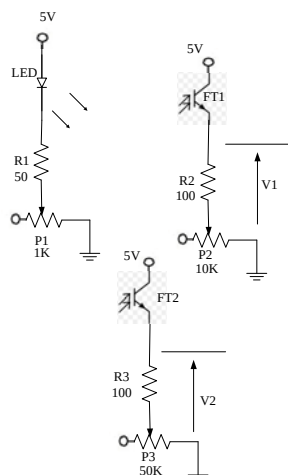
Cev korišćena u ovom radu ima izgled prikazan na slici 2.



Slika 2. Izgled cevi korišćene u ovom radu

Kao što se sa slike 2 vidi, sa jedne strane cevi se nalazi LED, sa naspramne strane LED se nalazi jedan fototranzistor- FT1, a na 90° od glavnog pravca prostiranja svetlosti se nalazi drugi fototranzistor- FT2. Fototranzistor FT2 je smešten na posebnoj pločici koja je naknadno podešena na prvobitni izgled cevi. Pošto je planirano da se ova cev uranja u različite vrste tečnosti radi ispitivanja njihove zamućenosti, LED i fototranzistori su zaštićeni sa silikonom.

Kolo za izvor svetlosti i prijemne grane koji su korišćeni u ovom radu su prikazani na slici 3. Otpornik u predajnoj grani ima vrednost 50Ω , dok u prijemnim granama otpornici imaju vrednost 100Ω .



Slika 3. Kolo za izvor svetlosti i prijemne grane korišćene u ovom radu

Pomoću potencijometra P1 se može podešavati jačina emitovane svetlosti. Potencijometri P2 i P3 imaju funkciju da se pomoću njih podesi da naponi V_1 i V_2 budu jednaki (to je potrebno da se podesi u čistoj vodi, da bi se kasnije pratila promena napona na potencijometrima u različitim tečnostima). Svrha otpornika R2 i R3 je da ograniče jačinu struje u granama sa LED i sa fototranzistorima u slučaju kad bi klizači potencijometara u tim granama bili u krajnje desnom položaju, tj. njihova otpornost u tim granama bi bila 0 Ω .

Kao što je već napomenuto, plastična cev sa optičkim elementima zaštićenim silikonom se uranja u različite tečnosti radi ispitivanja njihovih zamućenosti. Ispitivanja su vršena u posudi zapremine 800 ml. Tečnosti korišćene u tu svrhu u ovom radu su: na početku je korišćena obična voda iz česme, zatim se ona zamućivala redom sa 50 ml i 100 ml deterdženta za suđe, posle toga su korišćeni kupovni sokovi (sok od jabuke, Bitter Lemon i sok od breskve) i na kraju je obična čista voda zamućena sa 100 g zemlje.

Očitivani su naponi na potencijometrima u kolima fototranzistora, V_1 i V_2 . Na osnovu tih napona računati su emitorske struje fototranzistora tako što smo vrednosti tih napona podelili sa otpornošću u grani (otpornost potencijometra+otpornost otpornika).

Izračunatim strujama su približne i kolektorske struje. Posle dobijanja vrednosti za kolektorske struje, sa grafika na slici 4. su prikazane vrednosti isčitavane sa grafika za intenzitete zračenja na prvom, odnosno drugom fototranzistoru, E_1 odnosno E_2 (E -Irradiance) [6]. Zbog ovog isčitavanja, dolazi do neminovne greške i u ovom stadijumu, a i kasnije pri računanju zamućenosti.

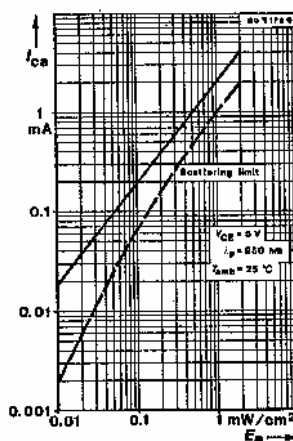
Zamućenost se dobija kao odnos količine zračenja na fototranzistoru koji je pod 90° od glavnog pravca prostiranja svetlosti i količine zračenja na naspramnom fototranzistoru, formula (1):

$$T = \frac{E_2}{E_1} \quad (1)$$

U ovom eksperimentu dobijene su sledeće vrednosti napona V_1 i V_2 , Tabela 1.

Na početku eksperimenta (u običnoj vodi) je podešeno da je $V_1 = V_2$. To je dobijeno za sledeće vrednosti potencio-

metara: $P_1 = 25 \Omega$, $P_2 = 870 \Omega$ i $P_3 = 36 \text{ K}\Omega$. Za različite tečnosti dobijane su različite vrednosti za ta dva napona.



Slika 4. Grafik zavisnosti intenziteta zračenja E od jačine kolektorske struje I_C

Tabela 1. Rezultati napona na otpornim elementima za različite tečnosti

Vrsta tečnosti	V_1 [V]	V_2 [V]
Čista voda	2.03	2.03
Voda sa 50 ml deterdženta za suđe	1.88	2.2
Voda sa 100 ml deterdženta za suđe	1.95	2.43
Sok od jabuke	1.68	2.1
Sok Bitter Lemon	0.97	3.9
Sok od breskve	0.38	2.58
Voda sa 100 g zemlje	0.18	0.3

Pomoću vrednosti tih napona i vrednosti otpornosti (otpornik+potencijometar u grani) dobijaju se emitorske struje fototranzistora, a samim tim i kolektorske, tako što se vrednost napona podeli sa vrednošću ukupne otpornosti u grani.

Svaku od ovih tečnosti, radi jednostavnosti u kasnijim proračunima, smo obeležili jednim slovom abecede:

- A- Čista voda;
- B- Voda sa 50 ml deterdženta za suđe;
- C- Voda sa 100 ml deterdženta za suđe;
- D- Sok od jabuke;
- E- Sok Bitter Lemon;
- F- Sok od breskve i
- G- Voda sa 100 g zemlje.

Vrednosti pomenutih kolektorskih struja su:

- $I_{C1A} = 2.1 \text{ mA}$, $I_{C2A} = 40.6 \mu\text{A}$;
- $I_{C1B} = 1.94 \text{ mA}$, $I_{C2B} = 44 \mu\text{A}$;
- $I_{C1C} = 2 \text{ mA}$, $I_{C2C} = 48.6 \mu\text{A}$;
- $I_{C1D} = 1.73 \text{ mA}$, $I_{C2D} = 42 \mu\text{A}$;
- $I_{C1E} = 1 \text{ mA}$, $I_{C2E} = 78 \mu\text{A}$;
- $I_{C1F} = 0.39 \text{ mA}$, $I_{C2F} = 51.6 \mu\text{A}$ i
- $I_{C1G} = 0.18 \text{ mA}$, $I_{C2G} = 6 \mu\text{A}$.

Na osnovu vrednosti ovih struja su dobijane vrednosti količine zračenja na fototranzistora i to već opisanom metodom- očitavanjem sa grafika na slici 4. Dobijene su sledeće vrednosti:

- $E_{1A} = 2.1 \text{ mW/cm}^2$, $E_{2A} = 0.07 \text{ mW/cm}^2$;
- $E_{1B} = 2 \text{ mW/cm}^2$, $E_{2B} = 0.075 \text{ mW/cm}^2$;

- $E_{1C}=2 \text{ mW/cm}^2$, $E_{2C}=0.08 \text{ mW/cm}^2$;
- $E_{1D}=1.7 \text{ mW/cm}^2$, $E_{2D}=0.07 \text{ mW/cm}^2$;
- $E_{1E}=1 \text{ mW/cm}^2$, $E_{2E}=0.12 \text{ mW/cm}^2$;
- $E_{1F}=0.4 \text{ mW/cm}^2$, $E_{2F}=0.08 \text{ mW/cm}^2$ i
- $E_{1G}=0.2 \text{ mW/cm}^2$, $E_{2G}=0.02 \text{ mW/cm}^2$.

Na kraju se dobijaju vrednosti zamućenosti pomoću formule (1):

- $T_A=0.033 \text{ NTU}$
- $T_B=0.0375 \text{ NTU}$
- $T_C=0.04 \text{ NTU}$
- $T_D=0.041 \text{ NTU}$
- $T_E=0.12 \text{ NTU}$
- $T_F=0.2 \text{ NTU}$
- $T_G=0.1 \text{ NTU}$

3. SIMULACIJE U TRACEPRO-U

Da bi se stekao uvid u uticaj određenih parametara na rezultate ovog eksperimenta, on je simuliran. Za to je korišćena trial verzija programa TracePro.

Eksperiment je sledeći: posmatračemo sistem koji se sastoji od četiri optička vlakna. Njihove karakteristike su: jezgro/omotač su napravljeni u obliku valjka/cevi, pri čemu je poluprečnik valjka koji predstavlja jezgro 0.98 mm, a poluprečnik cevi koja predstavlja omotač je 1 mm, tj. debljina cevi je 0.02 mm.

Materijal od koga je načinjeno jezgro je tzv. PMMA (polimetilmetakrilat), jedna vrsta plastike, koji ima indeks prelamanja 1.4935.

Omotač je napravljen od sličnog materijala, ali je njegov indeks prelamanja 1.47. Pošto materijal sa tim indeksom nije pronađen u katalogima, mi smo za potrebe simulacije uveli materijal koji ima željene karakteristike i dali mu ime *pmma omotač*.

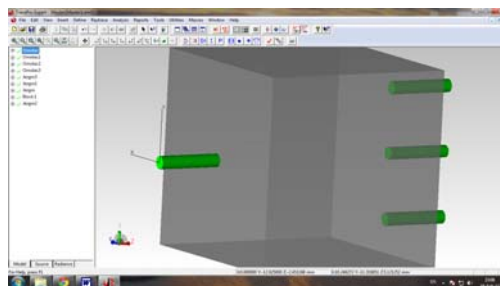
Optička vlakna su raspoređena na sledeći način: sa jedne strane kocke ivice 30 mm, koja služi za simulaciju tečnosti, nalazi se jedno optičko vlakno čija je uloga izvor svetlosti.

Izvor je mrežasti (grid source), ima intenzitet fluksa po zraku 1 W i nalazi se na levoj osnovi prvog vlakna (usamljenog sa leve strane na pomenutim slikama) pri čemu su koordinate centra (0,0,0). Sa suprotne strane kocke se nalaze tri optička vlakna koja služe kao vlakna koje će prikupljati svetlost koja dospe na tu stranu, tj. na njihovim izlaznim krajevima ćemo očitavati određene informacije potrebne za ovu analizu.

Prijemna optička vlakna su razmaknuta 10 mm jedno od drugog. Pošto indeksi prelamanja tečnosti spadaju u opseg od 1.33 (voda) do 1.47 (glicerina), u tom opsegu je menjan i indeks prelamanja materijala od kojega je načinjena kocka. Za različite vrednosti indeksa prelamanja tečnosti, rezultati poput ukupne optičke snage koja dospe do prijemnog optičkog vlakna i broja zraka koji padnu na to vlakno, će posebno biti naznačeni.

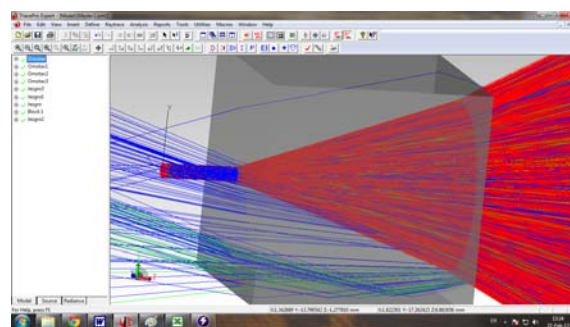
Na slici 6. prikazan je 3d model opisanog sistema.

U nastavku su prikazani primeri raspodele svetlosti u sistemu (slika 7.), kao i mapa zračenja za srednje prijemno optičko vlakno, pri indeksu prelamanja 1.39, kao približno srednjem indeksu prelamanja koje tečnost može da poseduje, što je prikazano na slici 8. Površine koje imaju ulogu detektora se nalaze na sva tri prijemna optička vlakna sa desne strane kocke i naslonjene su na kocku.

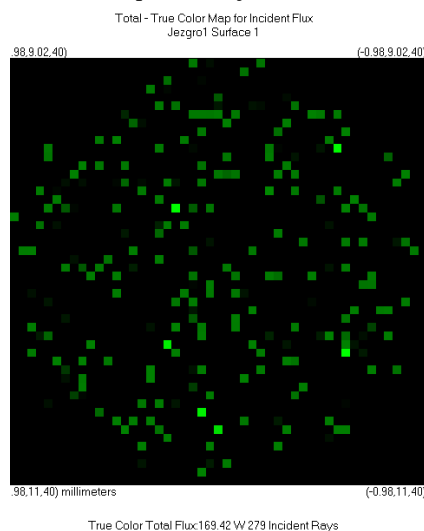


Slika 6. Prikaz sistema

Pošto su simetrično raspoređene, intenzitet zračenja će biti najveći na srednjem prijemnom optičkom vlaknu, dok će donje i gornje primati približno isto zračenje. Kod izvora svetlosti je korišćena uniformna raspodela svetlosti.



Slika 7. Prikaz raspodele svetlosti u tečnosti pri indeksu prelamanja 1.40



Slika 8. Mapa zračenja za srednje prijemno optičko vlakno

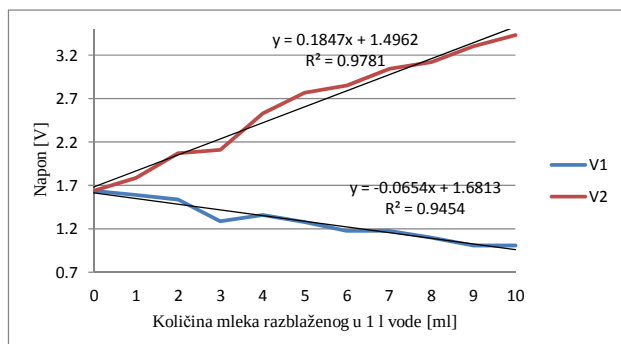
Sa mape zračenja na slici 8 vide se ukupni fluks i broj dospelih zraka na ovoj površinama.

4. KALIBRACIJA

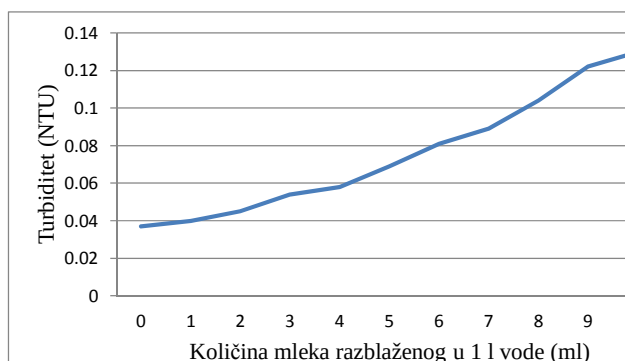
Kalibracija senzora se obično vrši primenom hemijskog jedinjenja formazina ($C_2H_4N_2$). Međutim, njega je teško nabaviti, a i inače je skup i kancerogen. Zato se za kalibraciju koristilo obrano mleko. Kada se ono ubaci vodu, formira se homogen rastvor. Ono se dodaje u destilovanu vodu u različitim količinama (po 1 ml do ukupno 10 ml se ubacuju u 1 l destilovane vode), čime se dobijaju rastvori različitih zamućenosti, koji su pri tom stabilni. Te zamućenosti se beleže. Mana ove metode je

što je mleko organska supstanca koja je sklona kvarenju tokom vremena. Za realizaciju ovog eksperimenta je korišćeno mleko sa 0.5 % mlečne masti.

Na slici 9. i slici 10. su prikazane promene napona V_1 i V_2 sa promenom zamućenosti i sam grafik promene zamućenosti u zavisnosti od količine mleka dodatog u destilovanu vodu.



Slika 9. Promene napona V_1 i V_2 sa promenom zamućenosti



Slika 10. Grafik promene zamućenosti

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu su opisani razni principi za ispitivanje zamućenosti: opisani su pojmovi turbidimetrija i nefelometrija. Urađene su simulacije eksperimenta u trial verziji programa TracePro, navedeno je nekoliko ideja koje su razmatrane u toku proučavanja ove tematike. Na kraju je detaljnije objašnjena krajnja, realizovana ideja (u delu Eksperimentalna analiza), a urađena je i kalibracija sistema.

Glavna ideja korišćena u ovom radu je sledeća: sa jedne strane plastične cevi je smeštena LED, naspram nje se nalazi jedan fototranzistor, a pod uglom od 90° u odnosu na LED se nalazi drugi fototranzistor. Cev se uranja u različite tečnosti čija se zamućenost želi ispitati. U zavisnosti od stepena zamućenosti tečnosti, fototranzistori će primati različite količine zračenja sa LED (tj. menjaće se intenziteti struja koje kroz njih protiču) i to na sledeći način: pri povećanju stepena zamućenosti, na naspramni fototranzistor pada manje svetlosti, a na fototranzistor pod 90° pada više svetlosti. Uzrok toga jeste što naspramni fototranzistor prikuplja direktno zračenje sa LED (pa se pri povećanju zamućenosti smanjuje intenzitet svetlosti sa

LED koja do njega dopire), a onaj pod pravim uglom prikuplja zrake odbijene od različitih čestica koje se nalaze u ispitivanoj tečnosti i koje ustvari i karakterišu tu zamućenost (pa se pri većoj zamućenosti povećava intenzitet zračenja na tom fototranzistoru). Zamućenost se dobija kao odnos pristiglog zračenja na fototranzistoru pod 90° i zračenja na naspramnom fototranzistoru.

6. LITERATURA

- [1] Kvalitet voda, Laboratorijski priručnik, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Odsek za hidrotehniku i vodno-ekološko inženjerstvo, Beograd, 2010.
- [2] http://rs.mt.com/eur/en/home/products/ProcessAnalytcs/Turbidity_2011/Turbidity-Low.html
- [3] Design and characterization of a smart turbidity transducer for distributed measurement system. Haijiang Tai, Daoliang Li, Cong Wang, Qisheng Ding, Chengwu Wang, Shuangyin Liu, March 2012.
- [4] Quality monitoring of flowing water using colorimetric method based on a semiconductor optical wavelength sensor. X.L. Liu, W.J. Wang, H.R. Ren, W. Li, C.Y. Zhang, D.J. Han, K. Liang, R. Yang, January 2009.
- [5] Remote monitoring of water salinity by using side-polished fiber-optic U-shaped sensor. Dragan Z. Stupar, Jovan S. Bajić, Ana V. Joža, Bojan M. Dakić, Miloš P. Slankamenac, Miloš B. Živanov, Edvard Cibula. Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Serbia
- [6] <http://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/140809/ETC1/BPW40.html>

Kratka biografija:



Vladimir Krasko, diplomirani inženjer elektrotehnike i računarstva, rođen je u Odžacima 1986. godine. Srednju školu i fakultet pohađao u Novom Sadu. Diplomirao je osnovne studije na Mikroracunarskoj elektronici 2011. godine. Trenutno radi kao profesor stručnih predmeta u Srednjoj mašinskoj školi.
vladimirkrasko@gmail.com



Miloš Živanov, doktor tehničkih nauka, redovni profesor na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Oblasti rada: fizika i modelovanje poluprovodničkih komponenti, upravljačka elektronika, optoelektronika, primenjena elektronika, električna vozila i geofizička karotazna merenja.
zivanov@uns.ac.rs

RAZVOJ SERVISA ZA IZMJENU DISTRIBUIRANOG MODELA DISTRIBUTIVNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE

DEVELOPEMENT OF A SERVICE FOR UPDATING DISTRIBUTED MODEL OF DISTRIBUTION POWER NETWORK

Nemanja Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je jedan od načina na koje je moguće obaviti unošenje izmjena u distribuirani model distributivne elektroenergetske mreže. Osnovni problem koji se rješava jeste na koji način se promjene trebaju unositi u model, s obzirom na to da nijedan računar u distribuiranom sistemu nema kod sebe kompletan model podataka.

Abstract – This paper describes one implementation of updating distributed model of distribution power network. The main problem we are trying to solve is how to update distributed model when no computer in distributed system has complete power network model but only part of it.

Ključne riječi: Elektrodistributivni sistemi, Distribuirani sistemi, Model podataka.

1. UVOD

Napredak u razvoju nauke, tehnike i svih ostalih segmenata privrede dovodi do rasta potrošnje električne energije. S obzirom na to da su prirodni energetske izvori ograničeni, a kupovina nove opreme i izgradnja novih postrojenja skupa, nameće se potreba za što efikasnijim korišćenjem postojećih proizvodnih kapaciteta. Da bi se održala stabilnost i efikasnost upravljanja jednog savremenog elektroenergetskog sistema neophodna je programska podrška koja obezbjeđuje globalnu koordinaciju svih resursa u sistemu.

Sve to uzrokovalo je da se razvije poseban sistem za što efikasnije korišćenje električne energije u okviru kojeg se nalazi i **DMS** sistem (*Distribution Management System*), nadzorno-upravljački sistem za kontrolu i analizu distributivnih sistema elektroenergetske mreže.

Skup svih podataka dobijenih modelovanjem stvarnih entiteta iz distributivne mreže koji su potrebni za rad DMS sistema predstavlja **model podataka distributivnog elektroenergetskog sistema**. Zbog sve većih zahtjeva koji se stavljaju pred DMS sistem u obradu se uključuje sve veći broj podataka što utiče na rast modela podataka distributivne mreže.

Od programskih rješenja za upravljanje distributivnim mrežama trenutno postoje centralizovana programska rješenja u kojima se svi podaci modela nalaze u operativnoj memoriji jednog računara. Centralizovano rješavanje DMS sistema zbog velike količine podataka zahtjeva sve više resursa, što hardver nije u mogućnosti da ispuni, bar ne na efikasan i ekonomičan način.

NAPOMENA:

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

Zbog cijene i skalabilnosti, rješenje koje se nameće jeste uvođenje distribuiranog računarskog sistema. Jedno od važnih pitanja u razvoju distribuiranog rješenja je način podjele modela podataka distributivne mreže. Teži se takvoj podjeli da se stvore grupe podataka koje su međusobno nezavisne ili ako to nije moguće onda se teži podjeli sa minimalnom zavisnošću. Nezavisnost podataka je važna jer je komunikacija u distribuiranom sistemu „skupa“, odnosno stvara dodatno kašnjenje u sistemu i iziskuje duže vrijeme obrade podataka. Podjelom modela podataka umjesto centralizovanog modela dobija se **distribuirani model podataka distributivne elektroenergetske mreže**.

Model podataka distributivne mreže je prvo potrebno podijeliti, odnosno, distribuirati pri pokretanju sistema ali je potrebno odrediti i postupak dinamičke preraspodjele u slučaju unošenja izmjena u sistemu. Ovdje se dolazi do glavne teme ovog rada, a to je na koji način se promjene trebaju unositi u distribuirani model distributivne elektroenergetske mreže.

2. ELEKTRODISTRIBUTIVNI SISTEMI

Sistem distribucije se zasniva na **feeder**-ima ili napajateljima koji predstavljaju dovoljno jake elektroenergetske veze koje omogućavaju napajanje jednog dijela potrošača (dijela naselja, grada itd) [1]. Distributivna mreža je uglavnom izgrađena na konceptu po kome se do potrošača isporučuje električna energija samo jednim putem za razliku od prenosne mreže koja omogućuje vezu svake elektrane sa svakim podsistemom distribucije. U podsistemu distribucije nije neophodna realizacija veza (svaki sa svakim) slična kao u prenosnim mrežama, jer je procenat kvarova u ovom dijelu mreže manji a ukoliko i dodje do kvara, bez električne energije ostaje samo mali dio potrošača.

Sa aspekta topologije elektrodistributivna mreža se sastoji od skupa korjenova i ostrva. **Korjen** čine svi elementi koji su napajani iz jedne napojne grane i oni predstavljaju energizovan dio mreže. **Ostrva** su neenergizovani dijelovi mreže koji su međusobno topološki povezani i sa svih strana su izolovani od energizovanih dijelova otvorenim prekidačima.

3. DISTRIBUIRANA OBRADA

Topološka analiza elektrodistributivnih mreža je jedna od najvažnijih funkcija DMS sistema i polazna osnova za sve ostale funkcije. Ona predstavlja obradu u kojoj se identifikuju energizovani i neenergizovani dijelovi mreže. Analiza rada analitičkih energetske funkcije u DMS sistemu dovela je do zaključka da se energetske proračuni vrše sa podacima u okviru korjena. To dovodi do ideje da

se proračuni vrše paralelno po korjenima. U distribuiranim računarskim sistemima, korjeni se mogu grupisati u **particije**, koje se dalje raspoređuju različitim računarima na obradu. Particije je potrebno formirati tako da budu nezavisne, koliko je to moguće. Takođe je potrebno i da se zavisni korjeni nađu u istoj particiji [2]. Problem elektrodistributivne mreže je to što korjeni i ostrva nisu statičke cjeline. Na primjer, dio mreže koji je napajan iz jedne napojne grane usljed kvara može privremeno da postane ostrvo ili da se preključu na drugu napojnu granu (postane dio drugog korjena).

4. DMS MODEL PODATAKA

Unutar jednog DMS sistema nalazi se više različitih servisa pri čemu svaki servis shodno svojoj funkciji ima sopstvenu predstavu mreže odnosno sebi prilagođen model podataka. Ovo dovodi do problema otežane komunikacije između tih servisa. Zbog većeg broja servisa koji koriste podatke distributivne mreže potrebno je da se podaci predstave na zajednički način kako bi se riješili problemi u komunikaciji što je i urađeno uvođenjem CIM standarda.

CIM (*Common Information Model*) IEC 61970-301 [3] je standard koji se koristi za modelovanje elektroenergetskih sistema. To je apstraktni objektni model koji omogućuje predstavljanje svih važnijih entiteta elektroenergetske mreže kao i relacija između njih. Razvoj modela elektroenergetskog sistema po uzoru na CIM standard dovodi do standardne predstave modela pa se samim tim i olakšava komunikacija između različitih servisa.

DMS model podataka, koji se razmatra u ovom radu, je djelimično izgrađen na CIM standardu. Ovaj standard je uopšten i usljed toga zahtjeva definisanje dodatnih fiktivnih elemenata (čvorova) za predstavu mreže. Pošto distributivne mreže odlikuje velika dimenzionalnost, i ukoliko je opis njihove izgrađenosti zasnovan na CIM standardu, tada takva predstava modela podataka dodatno povećava njegovu veličinu. Ta činjenica donosi problem pri memorisanju mreže i u dostizanju željene brzine pri obradi povezanosti unutar mreže (topološke analize) od strane DMS sistema. Iako elektroenergetski sistem sadrži veliki broj različitih elemenata, jasno se uočavaju grupe elemenata sa zajedničkim karakteristikama. Razmatranje zakonitosti grupisanja elemenata po namjeni, tipu i zajedničkim osobinama u grupe, dovelo je do uvođenja koncepta **kataloga** u strukturu modela. Skladištenje istih podataka, koji se ponavljaju za svaki element datog tipa, na jednom mjestu je osnovna ideja uvođenja kataloga.

Zajednički podaci se čuvaju samo na jednom mjestu u memoriji i svaki entitet pristupa tim podacima referenciranjem na odgovarajući katalog. Uvođenjem ovog načina organizacije podataka očigledna je velika ušteda memorije, jer bi u suprotnom zajednički podaci bili prisutni na onoliko mjesta u memoriji, koliko ima objekata datog tipa.

5. ORGANIZACIJA PODATAKA PO BLOKOVIMA

Podjela modela podataka distributivne mreže između računara u distribuiranom sistemu se vrši tako da se potreba za komunikacijom između računara svede na minimum. Ali uprkos tome, i dalje postoji potreba za komunikacijom i razmjenom podatka, jer se dešava da nekom računaru zatreba dio modela koji on nema, pa je potrebno da taj dio dobavi od računara koji ima traženi

dio modela. Da bi se olakšala komunikacija u distribuiranom sistemu kao i baratanje podacima uveden je koncept blokova.

Blokovi su logičke cjeline koje grupišu određeni broj elemenata u mreži koji su usko vezani. Postoji nekoliko različitih tipova blokova: **kataloški blokovi** (služe za smještanje kataloških podataka odnosno kataloga), **substation blokovi** (skladište podatke koji se odnose na transformatorske stanice i svu njihovu opremu), **feeder blokovi** (u njima se nalaze svi podaci vezani za feeder-e) i **island blokovi** (služe za smještanje elemenata koji su dijelovi ostrva odnosno nenapajanih dijelova mreže).

6. ANALIZA PROBLEMA

Distribuiranjem modela nameće se potreba za rješavanjem problema unošenja izmjena u takav, distribuirani sistem. Prvi problem koji treba riješiti jeste na koji način izmjene treba unositi u model. Kada se govori o izmjenama koje se unose u model, treba objasniti šta se sve podrazumijeva pod izmjenama i koje vrste izmjena postoje. Pod izmjenama se smatraju sve one izmjene u distributivnoj mreži koje utiču na promjenu njenog uklopnog stanja. Tu se prije svega misli na promjene koje nastaju dodavanjem nove opreme u mrežu, mijenjanjem dijelova mreže ili brisanjem dijelova mreže. Ova vrsta izmjena se često naziva statičkim izmjenama.

Izmjene u sistem unosi korisnik ali te izmjene nisu odmah vidljive na modelu. Da bi izmjene postale vidljive na modelu one prvo moraju da budu primjenjene od strane DMS sistema. Ovdje dolazimo do bitnog pitanja a to je na koji način će se izmjene primjeniti nad modelom. Pošto se radi o distribuiranom sistemu ne postoji računar u sistemu koji ima kompletan model, tako da je potrebno smisliti način na koji će izmjene biti primjenjene. Pošto jedan računar ima samo jedan dio modela potrebno je primjeniti izmjene na takav način da se nakon primjene izmjena nad modelom, model nalazi u konzistentnom stanju, što znači da kada bi se svi dijelovi modela nakon primjene izmjena spojili i dobili jedan model, on bi trebao da bude isti kao i model koji bi nastao nakon primjene izmjena nad centralizovanim modelom.

Jedno rješenje bi bilo da se izmjene primjenjuju na svim računarima bez obzira na to o kakvim izmjenama se radi, koliki je njihov obim i sl., dok bi drugo rješenje bilo da se izmjene primjenjuju samo na onim računarima koji imaju dio modela koji je zahvaćen izmjenama.

Prvo rješenje bi podrazumijevalo da se izmjene primjene na svim računarima iako nijedan računar nema kompletan model kod sebe. Oдавde mogu da se vide dva slučaja.

Prvi slučaj je da računar kod sebe ima dio modela nad kojim se zahtjeva izmjena i u tom slučaju izmjene će biti primjenjene bez problema. **Drugi slučaj**, koji je i dosta vjerovatniji, jeste da računar kod sebe nema dio modela nad kojim se zahtjeva izmjena. Ovo predstavlja problem jer izmjene nije moguće primjeniti ukoliko računar kod sebe nema dio modela zahvaćen izmjenama. Da bi se riješio ovaj problem, potrebno je da računar na neki način dobavi dio modela koji mu nedostaje. Razmatranjem mogućnosti ustanovljeno je da postoje dva načina na koja bi neki računar mogao da dobavi dio modela koji mu nedostaje da bi mogao da primjeni izmjene. **Prvi način** je da računar kojem nedostaje dio modela traži taj dio modela od računara koji ima taj dio, a **drugi način** je da

svaki računar kod sebe lokalno, na hard disku, ima kompletan model i da po potrebi može da učita u radnu memoriju dio koji mu nedostaje.

Drugo rješenje podrazumijeva da se odredi nad kojim dijelom modela se zahtjeva izmjena i da se tražena izmjena zatim primjeni samo na onom računaru koji kod sebe ima dio modela nad kojim se zahtjevaju izmjene. Ovaj pristup se čini boljim od prvog ali je ovo rješenje komplikovanije i zahtjeva dodatnu obradu prilikom primjene izmjena.

Generalno gledano nije unaprijed poznato niti određeno koliki je obim neke izmjene, odnosno nije ograničena veličina neke izmjene. To znači da izmjena u jednom slučaju može da bude jako mala (na primjer izmjena vrijednosti nekog entiteta u mreži) ili jako velika (izmjena može da bude zapravo grupa manjih izmjena koje zajedno čine jednu veliku izmjenu). To takođe znači da izmjena može da zahvata jako mali dio mreže ili može da zahvata jako veliki dio mreže. Ovo je bitno iz razloga što u slučaju jako velike izmjene koja zahvata veliki dio mreže izmjene će morati da budu primjenjene nad više različitih dijelova modela, odnosno na više računara.

Ukoliko se radi o izmjeni koja obuhvata više različitih izmjena nad različitim dijelovima modela onda te pojedinačne izmjene mogu da se primjenjuju ili **serijski**, dakle, redom jedna za drugom ili mogu da se ukoliko je to moguće primjenjuju **paralelno**. Ukoliko se pojedinačne izmjene primjenjuju paralelno na više računara pri čemu svaki računar primjenjuje samo izmjene nad dijelom modela koji on ima u tom slučaju je potrebno uraditi dodatnu obradu traženih izmjena kako bi se ustanovilo da li postoje izmjene u modelu koje su u tolikoj mjeri nezavisne jedna od druge da mogu da se primjenjuju paralelno bez potrebe za dodatnom komunikacijom.

7. IMPLEMENTACIJA IZABRANOG RJEŠENJA

Sam model podataka distributivne mreže nastaje tako što se statički podaci o mreži modeluju koristeći CIM standard i zatim se unose u DMS sistem. Podaci koji se unose na ovaj način utiču na promjenu modela podataka i čitav ovaj proces se zove proces unošenja izmjena u model. Ove izmjene se najčešće nazivaju **deltama**. Pod deltama se ne podrazumijeva samo unošenje novih podataka u model već se pod deltama smatraju i izmjene već postojećih podataka kao i njihovo uklanjanje iz modela. Primjenom niza delti dobija se model jedne elektrodistributivne mreže. Niz delti čijom primjenom se dobija model podataka distributivne mreže čuva se u bazi podataka i ovakva predstava modela jedne distributivne mreže se naziva **šema**. Ovakav način predstave modela (pomoću niza delti u bazi podataka) je pogodan iz razloga što omogućuje uvid u istoriju mijenjanja šeme neke distributivne mreže. Kada DMS sistem primi deltu on je obradi, primjeni izmjene koje se nalaze u delti na model podataka, i deltu zapiše u bazu sa deltama.

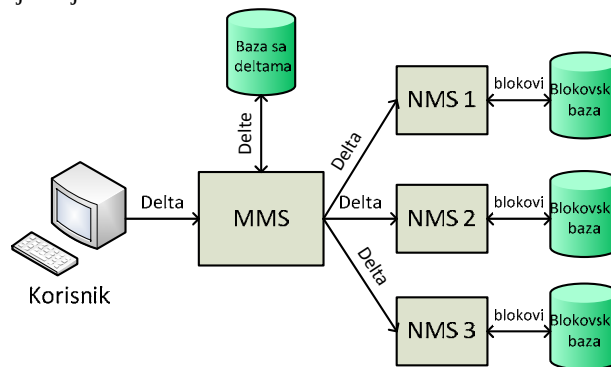
Prilikom pokretanja, DMS sistem prvo treba da kreira model a to čini tako što iz baze učitava delte i primjenjuje ih. Prilikom primjene delti formiraju se blokovi, i skup blokova dobijenih primjenom niza delti predstavlja model podataka elektrodistributivne mreže. Rast veličine modela podataka zapravo znači povećavanje broja blokova koji se nalaze u sistemu. Distribuiranje modela podataka se odnosi na podjelu blokova između računara u

distribuiranom sistemu. Blokovi se iz tog razloga grupišu u regione i super-regione koji se zatim dodjeljuju određenim računarima u distribuiranom sistemu. **Region** predstavlja skup blokova koji pokrivaju jedan korjen, odnosno u kojima se nalaze podaci koji predstavljaju određeni korjen, dok **super-region** sadrži međusobno zavisne korjenove odnosno blokove koji pokrivaju zavisne korjenove i on u suštini predstavlja skup blokova koji se nezavisno obrađuju u smislu paralelnog izvršavanja energetske proračuna. Skup super-regiona koji se dodjeljuje jednom računaru predstavlja jednu partciju.

8.1 Arhitektura rješenja

DMS sistem je složen sistem koji se sastoji od više međusobno povezanih servisa. Dva servisa koja su od značaja za ovaj rad su **NMS (Network Model Service)** i **MMS (Model Manager Service)**. NMS je servis zadužen za pristup električnom modelu mreže dok je MMS na neki način posrednik u komunikaciji između ostalih servisa DMS sistema i NMS-a. Model podataka odnosno blokovi koji čine taj model se nalaze na NMS-u i u distribuiranom DMS sistemu postoji više NMS-ova, pri čemu se svaki NMS nalazi na posebnom računaru. Na ovaj način količina raspoložive memorije za čuvanje blokova (modela podataka) predstavlja sumu raspoložive memorije na svim računarima.

U ovom radu izabrano je rješenje primjene delti na takav način da svi NMS-ovi u sistemu primjenjuju deltu bez obzira da na to o kakvoj delti se radi, koliki je njen obim i sl. Da bi primjenio deltu NMS mora da ima kod sebe dio modela zahvaćen deltom i ovaj problem je riješen tako što svaki NMS kod sebe lokalno na hard disku ima kompletan model podataka i ukoliko mu nedostaje dio modela on po potrebi može da ga učita sa hard diska. Na slici 1 je prikazana predložena arhitektura distribuiranog rješenja:



Slika 1. Arhitektura sistema

Kao što se vidi sa slike kompletna komunikacija sa NMS-ovima se odvija preko MMS-a koji predstavlja centralnu tačku sistema odnosno neku vrstu koordinatora.

Kada korisnik unese deltu i pošalje je na primjenu ona se prvo šalje do MMS-a. MMS kod sebe ima listu svih NMS-ova u sistemu i on deltu prosleđuje na obradu svim NMS-ovima. Svaki NMS lokalno na hard disku u bazi ima kompletan model podataka odnosno sve blokove koji čine taj model i ukoliko mu nedostaju određeni blokovi za primjenu delte NMS učitava te blokove iz baze i primjenjuje deltu. Primjenom delte stvaraju se novi blokovi, mijenjaju postojeći ili se pak neki blokovi brišu iz modela i u ovom trenutku svi blokovi koji su na bilo

koji način zahvaćeni deltom (bilo da su dodati ili izmijenjeni) se nalaze na svim NMS-ovima u sistemu što predstavlja redundansu. Nakon što se završi primjena delti na NMS-ovima svaki NMS zapisuje izmijenjene ili dodate blokove i bazu sa blokovima kako bi imao ažurno stanje modela u blokovskoj bazi. U ovom trenutku MMS pokreće dinamičku preraspodjelu modela što znači formiranje novih regiona i superregiona, odnosno formiranje novih particija. Kada se završi formiranje particija MMS šalje svakom NMS-u pojedinačno, spisak blokova za koje je zadužen. NMS na osnovu tog spiska u memoriji zadržava samo one blokove koji su njemu dodijeljeni i učitava blokove iz blokovske baze ukoliko u radnoj memoriji nema sve potrebne blokove, i na ovaj način se uklanja gore spomenuta redundansa u sistemu. MMS na kraju, ukoliko je primjena delte prošla bez problema upisuje deltu u bazu sa deltama.

Da bi svi NMS-ovi dobili iste rezultate primjene delte, svaki NMS mora da zna koji sve blokovi postoje u sistemu kako ne bi na mjesto postojećeg bloka, koji nije u njegovoj nadležnosti i o kome on ništa ne zna, dodao neki drugi blok. Iz ovog razloga pored postojećih uveden je još jedan tip bloka koji ukazuje NMS-u da blok sa određenim ID-jem već postoji u sistemu i da ga ne treba dirati. Ovo zapravo znači da će svi NMS-ovi imati u radnoj memoriji sve blokove ali blokovi koji nisu u nadležnosti NMS-a neće sadržati nikakve podatke (biće prazni). Na ovaj način osigurano je da će svi NMS-ovi dobiti iste rezultate primjene delte uz minimalno dodatno zauzeće memorije.

8. TESTIRANJE I REZULTATI

Rješenje je testirano primjenom delti koje dodaju novu opremu u mrežu kako bi se posmatrao rast modela i ponašanje sistema u tom slučaju. Delte koje su dodavane su bile takve da se u okviru jedne delte dodaje jedan *substation* zajedno sa 4 *feeder*-a napajana iz tog *substation*-a. Primjenom ovakve delte model se svaki put uvećavao za 10 blokova. Ono što je posmatrano prilikom dodavanja delti je količina zauzete memorije na pojedinačnim NMS-ovima. Testovi su vršeni na virtuelnim mašinama tako da je količina memorije dostupna NMS-ovima bila konfigurabilna. Izabrano je da jedan NMS ima dostupno 2 GB radne memorije. Prvo su kreirane šeme električne mreže sa 500, 1000, 2000, i 3000 *substation*-a, a zatim je pokušano podići sistem sa različitim brojem NMS-ova. Inicijalno, šeme su kreirane na serverskom računaru koji ima dovoljno memorije za kreiranje velikih šema. U tabeli 1 prikazane su kreirane šeme sa prikazom zauzeća memorije.

Tabela 1: Veličina šema na jednom NMS-u na serveru

Naziv šeme	Šema1	Šema2	Šema3	Šema4
Broj <i>substation</i> -a	500	1000	2000	3000
Broj blokova	5000	10000	20000	30000
Memorija[MB]	817	1464	1728	3460

U tabeli 2 prikazano je zauzeće memorije za različit broj NMS-ova u zavisnosti od izabrane šeme kao i to da li je moguće sa datim brojem NMS-ova učitati određenu šemu. Kao što se i vidi u priloženim rezultatima najveću šemu nije moguće podići koristeći samo jedan ili dva NMS-a. Povećavanjem broja NMS-ova omogućeno je podizanje i velikih šema što je i bio cilj testiranja.

Tabela 2: Zauzeće memorije na NMS-ovima u zavisnosti od broja NMS-ova i izabrane šeme

Šema (broj tr. stanica)	Broj NMS-ova	Zauzeće memorije [MB]			
		NMS1	NMS2	NMS3	NMS4
Šema1 (500)	1	817			
	2	672	455		
	3	507	458	380	
	4	418	398	343	382
Šema2 (1000)	1	1464			
	2	967	781		
	3	850	657	687	
	4	786	569	551	579
Šema3 (2000)	1	1728			
	2	1721	1575		
	3	1352	1217	1239	
	4	1165	1076	1016	1016
Šema4 (3000)	1	GREŠKA			
	2	GREŠKA	GREŠKA		
	3	1683	1721	1521	
	4	1626	1627	1597	1389

Iz rezultata se može vidjeti da se povećavanjem broja NMS-ova smanjuje zauzeće memorije na pojedinačnim računarima ali isto tako se može vidjeti i da ukupno zauzeće memorije raste sa brojem NMS-ova. Ovo se dešava zbog toga što na NMS-ovima postoje redundantni podaci čija količina raste sa porastom modela podataka i svakako bi se memorijsko zauzeće značajno smanjilo uklanjanjem ovih suvišnih podataka.

9. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je problem unošenja izmjena u distribuirani model elektrodistributivnog sistema. U analizi problema je navedeno nekoliko mogućih načina za rješavanje tog problema. Takođe je i realizovano jedno od mogućih rješenja čiji su rezultati i prikazani. Glavni cilj je bio dokazati upotrebljivost izabranog rješenja što je i urađeno i može se vidjeti iz priloženih rezultata.

LITERATURA

- [1] V. Strezoski, "Osnovni pojmovi relevantni za tehnički sistem upravljanja distributivnih mreža", V skup Trendovi razvoja: "Nove tehnologije u elektrodistribuciji", Kopaonik, 1999
- [2] D. Čapko, A. Erdeljan, M. Popović, G. Švenda, *An Optimal Relationship-Based Partitioning of Large Datasets*, 14th East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems, Novi Sad, Lecture Notes in Computer sciences, Vol. 6295, pp. 547-550., 2011
- [3] „IEC 61970-301: Energy management system application program interface (EMS-API) – Common Information Model (CIM) Base“, IEC, 2007.

Kratka biografija:



Nemanja Milošević je rođen 12.03.1990. god. u Sarajevu. Opšti smjer gimnazije završio je u Gacku 2008. godine. Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu je upisao 2008. godine. Bsc diplomu stekao je 2012. godine na usmjerenju Računarska tehnika i računarske komunikacije. Iste godine upisuje master studije na usmjerenju Primjenjene računarske nauke i informatika.

ANALIZA HARMONIKA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA HARMONIC ANALYSIS IN DISTRIBUTION NETWORKS

Maja Stolica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je data osnovna teorijska obrada viših harmonika, metodologija za tokove snaga i modelovanje komponenti elektroenergetskog sistema u prisustvu viših harmonika. Prikazan je algoritam za proračun viših harmonika u distributivnim mrežama koji se oslanja na postojeći algoritam tokova snaga. Date su mogućnosti smanjenja i eliminisanja problema viših harmonika. Na primeru simetričnog i nesimetričnog režima rada prikazani su proračunati harmonijski pokazatelji koji kvantifikuju nivo viših harmonika u mreži kao i prostiranje pojedinačnih harmonika (struje i napona) u mreži. Dat je pregled harmonijskih pokazatelja traženih u proračunu i limita definisanih IEEE 519-1992 standardom.

Abstract – The paper presents a basic theoretical review of the higher harmonics, the methodology for power flow and modeling of components of the power system in the presence of higher harmonics. Paper gives the algorithm for the calculation of higher harmonics in distribution networks based on existing algorithm for power flow. It provides possible solutions to reduce and eliminate the problem of higher harmonics. Harmonic analysis function provides calculation of various harmonics indices as well as distribution of particular harmonic (current and voltages) in the network under balanced and unbalanced operating conditions. Paper also provides insight in harmonic indices and limits declared by standard IEEE 519-1992.

Ključne reči: Viši harmonici, harmonijski pokazatelji, tokovi snaga

1. UVOD

Sa pokretanjem procesa deregulacije elektroprivrede i uvođenjem konkurencije među distributerima električne energije, kvalitet električne energije je problem kojem se posvećuje sve veća pažnja. Narušavanje kvaliteta električne energije podrazumeva narušavanje osnovnih parametara napona u ustaljenim režimima i deformaciju talasnih oblika. Osnovni parametri napona su njegova efektivna vrednost, frekvencija i simetrija faznih napona. Analiza harmonika u distributivnim mrežama je energetska funkcija za proračun različitih pokazatelja kojima se definiše nivo viših harmonika (struja i napona) u mreži kao i kao i prostiranje pojedinačnih harmonika.

Viši harmonici se pojavljuju kao posledica prisustva nelinearnih impedansi i elektronskih prekidačkih eleme-

nata u sistemu. Viši harmonici su nepoželjni u mrežama, jer se zbrajaju na osnovni talas i izobličuju ga, i to uzrokuje probleme u napajanju osetljivih potrošača, finansijske i materijalne štete [1].

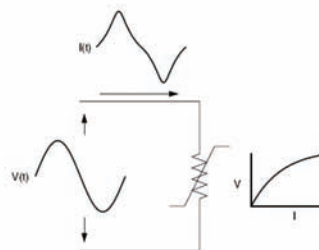
2. TEORIJSKA OBRADA VIŠIH HARMONIKA

Tipični izvori viših harmonika mogu se podeliti u tri grupe [2]:

- 1) energetske pretvarači (ispravljači, invertori, statički kompenzatori),
- 2) elektrolučni uređaji (elektrolučne peći, aparati za zavarivanje, fluorescentne sijalice, računari),
- 3) feromagnetni uređaji (transformatori, električne mašine).

Harmonici struje se injektiraju u mrežu. Ove struje mogu da imaju negativan uticaj na opremu elektroenergetskog sistema, najviše na kondenzatore, transformatore i motore, kao i na okolinu sa kojom nisu u galvanskoj vezi (npr. telekomunikacione mreže). One uzrokuju dodatne gubitke, pregrevanje i preopterećenje, kao i greške u merenjima.

Harmonijsko izobličenje je prouzrokovano nelinearnim uređajima u elektroenergetskom sistemu. Nelinearni uređaj je uređaj kod kojeg struja nije proporcionalna naponu napajanja. Na slici 2.1. je prikazan slučaj napajanja nelinearnog otpornika idealnim izvorom sinusnog napona, kao i krive promene struje i napona. Napon napajanja je idealno sinusoidalno, a rezultatna struja je izobličena. To je, u suštini, izvor harmonijskog izobličenja u elektroenergetskom sistemu [1].



Slika 2.1. – Strujno izobličenje uzrokovano nelinearnim otpornikom

2.1. Furijeova transformacija

Analiza viših harmonika se zasniva na postulatu francuskog matematičara J.B.J. Fourier-a da se bilo koja kontinualna funkcija sa periodom ponavljanja T može predstaviti sumom osnovne sinusoidalne frekvencije i niza harmonijskih sinusoidalnih komponenti višeg reda na frekvencijama koje su celobrojni umnošci (multipli) osnovne frekvencije. Taj sadržalac (multipl) se naziva red harmonika. Harmonijska analiza je proces izračunavanja

NAPOMENA:

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

veliĉine i faze osnovnog i harmonika višeg reda. Furijeov razvoj u red periodiĉne funkcije $f(t)$ sa osnovnom frekvencijom ω se moŹe predstaviti na sledeĉi naĉin::

$$f(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (C_n \cos(n\omega t + \theta_n)) \quad (2.1)$$

gde je C_0 jednosmerna komponenta funkcije $f(t)$, C_n je amplituda n -tog harmonika, a θ_n je fazni stav n -tog harmonika. Kada pozitivna i negativna poluperioda talasa imaju identiĉan oblik, Furijev red sadrŹi samo neparne harmonike. Harmonici višeg reda su obiĉno zanemarljivi za analizu, tj. nisu od interesa [2].

2.2. Harmonici u balansiranoj i nebalansiranoj mreŹi

Trofazni uravnoteŹen elektroenergetski sistem moŹe se prikazati preko tri raspregnuta monofazna reprezenta, jedan za direktni, jedan za inverzni i jedan za nulti redosled. Metod simetriĉnih komponenti ne narušava osnovne pretpostavke metoda, i mnogo pojednostavljuje analizu. Metodom simetriĉnih komponenti se bilo koja trojka nesimetriĉnih fazora struja (ili napona) transformiše u tri trojke fazora od kojih je svaka simetriĉna na jedan naĉin – direktnog, inverznog i nultog redosleda. Direktna komponenta se sastoji od tri sinusoide pomerene za 120° sa normalnim L1-L2-L3 (tj. 0°, -120°, 120°) rasporedom faza, tj. pozitivnim rasporedom. Sinusoide inverzne komponente su takoŹe pomerene za 120°, ali sa obrnutim redosledom faza L1-L3-L2 (tj. 0°, 120°, -120°) tj. negativnim redosledom. Sinusoide nulte komponente su u fazi (tj. 0°, 0°, 0°) [1].

Vrsta simetrije harmonika se moŹe oreĉiti mnoŹenjem reda harmonika h sa normalnim rasporedom faza. Na primer, u sluĉaju trećeg harmonika struja faze a se moŹe predstaviti kao $3 \cdot 0 = 0^\circ$, faze b se moŹe predstaviti kao $3 \cdot 120 = 360 = 0^\circ$, a faze c kao $3 \cdot (-120) = -360 = 0^\circ$. Ovo znaĉi da treći harmonik nema fazni pomeraj i pojavljuje se kao nulta komponenta. Sliĉna analiza pokazuje da se peti harmonik pojavljuje kao inverzna komponenta, sedmi kao direktna komponenta i tako dalje. U tabeli 2.1. ĉe biti prikazani analogno dobijeni fazni stavovi harmonika koji se razmatraju u ovom radu:

Tabela 2.1. – Fazni stav harmonika u simetriĉnom reŹimu

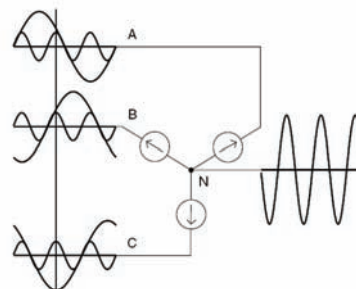
Red Harmonika	1	3	5	7	9	11	13	15
Fazni stav	+	0	-	+	0	-	+	0

MeĹutim, u nesimetriĉnim trofaznim sistemima situacija je drugaĉija i gornja definicija ne vaŹi. Svaki harmonik ima drugaĉiji fazni stav, pa je analiza sloŹenija jer bilo koji harmonik moŹe da sadrŹi i neku drugu komponentu.

2.3. Tripleti harmonika

Tripleti harmonika su neparni multipli trećeg harmonika ($h=3,9,15, \dots$). Oni se posebno razmatraju jer je odziv sistema drugaĉiji za triplete nego za ostale harmonike. Tripleti predstavljaju problem za uzemljene sisteme zbog toka struje kroz neutralni provodnik. Dva najĉešća problema su: preopterećenje neutralnog provodnika i telefonska interferencija. Za sistem sa uravnoteŹenim monofaznim potrošaĉima, slika 2.2., vaŹi pretpostavka da

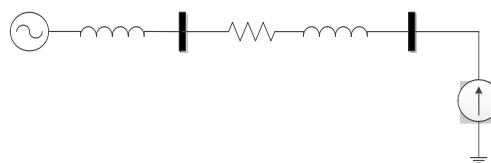
su prisutni osnovni i treći harmonik. Sumiranjem struja u taĉki N zbir osnovnih komponenti struje je nula, ali komponente trećeg harmonika se sabiraju, podudaraju se u fazi i vremenu, i njihov zbir jednak je trostrukoj vrednosti fazne komponente trećeg harmonika.[1]



Slika 2.2. – Velika vrednost struje neutralnog provodnika u kolu sa monofaznim nelinearnim potrošaĉima

Sprega transformatora ima znaĉajan uticaj na tok struja tripleta harmonika monofaznog nelinearnog potrošaĉa. U sluĉaju sprege Yd(Dy) sa direktno uzemljenim zvezdištem, oni ostaju u trouglu, zatvaraju se „u krugu“, i ne pojavljuju se u linijskim strujama sa d(D) strane. U normalnim uslovima tripleti harmonika predstavljaju nultu komponentu. Tokom debalansa, tripleti harmonika takoŹe mogu imati i direktnu i inverznu komponentu.

Nelinearni elementi koji su izvori harmonika, modeluju se kao strujni izvori, pri ĉemu se specificiraju amplituda i fazni stav. Ekvivalentno kolo je prikazano na slici 2.3.



Slika 2.3. – Nelinearno opterećenje predstavljeno preko idealnog strujnog izvora

3. ALGORITAM ZA PRORAĀUN HARMONIKA

Uz široku upotrebu digitalnih raĉunara, raĉunarska simulacija je postala najefikasnija metoda za sprovoĉenje harmonijske analize. Postoje razliĉite tehnike koje se koriste u analizi harmonika u elektroenergetskom sistemu. Ove tehnike se razlikuju u pogledu potrebnih podataka, kompleksnosti modelovanja, formulacije problema i algoritama rešenja. Nove metode se stalno razvijaju i objavljuju.

Izvori viših harmonika modeluju se strujnim izvorima pa se proraĉun prostiranja pojedinaĉnih harmonika se moŹe sprovesti rešavanjem linearnog sistema:

$$[I_h] = [Yh][Vh] \quad (3.1)$$

gde indeks h predstavlja red harmonika, $[Yh]$ predstavlja matricu admitansi ĉvorova, $[Ih]$ predstavlja vektor strujnih injektiranja i $[Vh]$ predstavlja vektor napona ĉvorova.

U ovom radu su od interesa proraĉuni prostiranja harmonika u distributivnim mreŹama. U praksi se za proraĉune reŹima distributivnih mreŹa retko koriste matricni modeli, kakav je model dat jednaĉinom 3.1. Razlog za to su velike dimenzije realnih distributivnih

mreža, kao i njihova radijalnost što uzrokuje da su odgovarajuće matrice admitansi veoma velikih dimenzija i slabo uslovljene. Iz tog razloga se za proračune režima viših harmonika u distributivnim mrežama koriste standardni postupci za proračune tokova snaga u ovim mrežama, koji su zasnovani na procedurama sumiranja struja i korekcije napona. Pri tome je potrebno uvažiti da je u kolima kojima se proračunavaju viši harmonici napon korena jednak nuli jer se smatra da je napon napajanja idealno sinusoidalno [3].

3.1. Jednostavan proračun izobličenja

Ovde će biti opisan algoritam koji se koristi za jednostavne simulacije tokova harmonika u distributivnim mrežama. Izvori harmonika, koji su nelinearni elementi, modeluju se kao strujni izvori. U naprednijim pristupima vektor strujnih izvora postaje funkcija napona čvorova. Amplituda harmonika strujnog izvora koji predstavlja opterećenje može se odrediti iz tipičnog harmonijskog spektra i nazivne struje opterećenja opreme koja proizvodi harmonike:

$$I_h = I_1 \frac{I_{h-spectrum}}{I_{1-spectrum}} \quad (3.2)$$

gde su: I_h struja h -tog harmonika, I_1 struja osnovnog harmonika dok se indeksi $1-spectrum$ i $h-spectrum$ odnose na tipične vrednosti harmonika struje osnovnog, odnosno h -tog harmonika za dato opterećenje. Ovi podaci se mogu naći u različitim radovima, mogu biti mereni, dobijeni od proizvođača ili izračunati na osnovu formula. Proračun tokova snaga se vrši posebno za sve harmonijske frekvencije. Rezultati su naponi odnosno struje harmonika stvoreni opremom koja proizvodi harmonike.

Pretpostavljajući da struja osnovnog harmonika ima fazni stav θ_1 , fazni stav struje harmonika h -tog harmonika θ_h , odgovarajućeg nelinearnog elementa može biti određen na osnovu sledeće formule:

$$\theta_h = \theta_{h-spectrum} + h(\theta_1 - \theta_{1-spectrum}) \quad (3.3)$$

gde se: indeksi $1-spectrum$ i $h-spectrum$ odnose na tipične vrednosti faznog pomeraja osnovnog harmonika, odnosno spektra struje viših harmonika. Jednostavan proračun izobličenja razmatran u ovom poglavlju je osnova za većinu softvera koji analiziraju harmonike i koristan je u mnogo praktičnih slučajeva [3].

Korak1: Inicijalizacija podataka

U okviru ovog dela algoritma vrši se učitavanje vrednosti korekcionih faktora vezanih za koronu, skin efekat i harmonijske pokazatelje. Definiše se deo snage potrošnje koji generiše harmonike. Za svaki tip potrošača dat je spektar viših harmonika. Analogno se definiše udeo snage i spektar harmonika za kondezatorske baterije.

Korak2: Proračun tokova snaga za osnovni harmonik

Za svaki koren vrši se proračun tokova snaga za osnovni (fundamentalni) harmonik i zapamte se struje svih potrošača i kondenzatora da bi se na osnovu njih i ulaznih podataka izračunale struje injektiranja za više harmonike.

Korak3: Preračunavanje parametara elemenata mreže

Preračunavanje parametara odgovarajućih tipova elemenata mreže (deonica, transformatora, kondenzatora,

itd.) za određeni harmonik, vrši se tako što se vrednosti parametara elemenata za svaki harmonik množe odgovarajućim korekcionim faktorima, zavisno od tipa elementa. Pri tome je potrebno uvažiti uticaj skin efekta.

Korak4: Određivanje strujnih injektiranja od strane izvora harmonika

Za određeni tip potrošačke grupe ili kondezator određenog tipa kataloga se izračunava struja injektiranja na osnovu struje osnovnog harmonika i ulaznih podataka(formule (3.2) i (3.3)).

Korak5: Proračun tokova snaga za određeni harmonik

Za pojedinačni harmonik vrši se proračun stanja mreže.

Korak6: Proračun harmonijskih pokazatelja

Vrši se proračun harmonijskih pokazatelja THD, IHD, DIN, TIF, C-message, VT/IT product, K-faktor, prostiranje individualnog harmonika u mreži kao i odnos petog i sedmog harmonika [1].

4. REŠAVANJE PROBLEMA VIŠIH HARMONIKA

Različite strategije za smanjenje harmonika postoje da bi se postigle granice propisane odgovarajućim standardima. Viši harmonici su stalno prisutni u mreži u većem ili manjem procentu. Međutim, u određenom trenutku oni mogu da postanu problem.

Da bi se problem viših harmonika smanjio ili eliminisao postoji nekoliko osnovnih klasičnih rešenja:

- smanjenje efekata harmonijskih struja - sprežanjem transformatora u Dy, povećanjem broja pulseva ispravljača i sl.
- rekonfiguracija mreže
- rekonstrukcija kompenzacije - promena rezonantne frekvencije sistema,
- primena filtera viših harmonika.

4.1. Filteri viših harmonika

Filteri predstavljaju mesto gde se vrši prečišćavanje talasnih oblika napona i struje od svih neželjenih harmonijskih komponenti [2]. Cilj postavljanja filtera je da se obezbedi niska impedansa za harmonike struje i na taj način spreči njihovo širenje u mrežu.

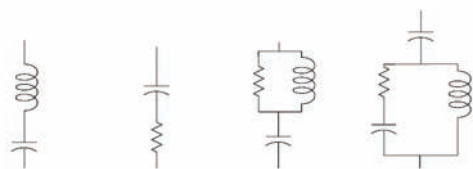
Filteri viših harmonika se koriste u cilju:

- redukovanja harmonika napona i struja do prihvatljivih granica tolerancije,
- izbegavanja problema rezonancije između induktivnosti i kapacitivnosti same elektroenergetske mreže.

Postoje tri glavne vrste filtera:

- pasivni filteri,
- aktivni filteri i
- hibridni filteri.

Pasivni filteri su sastavljeni od pasivnih elemenata: otpornika, kondenzatora i induktora (prigušnica). Pasivne filtere sačinjavaju redno-paralelne kombinacije R , L i C komponenata. Pošto nemaju aktivne komponente, pasivni filteri ne zahtevaju dodatni izvor napajanja. Na slici 4.1. su prikazane neke konfiguracije pasivnih filtera. Osnovni nedostatak primene ove vrste filtera je moguće odstupanje rezonantne frekvencije od podešene vrednosti.



Slika 4.1 – Neke konfiguracije pasivnih filtera (mrežni filter, filter I reda, filter II reda, filter III reda)

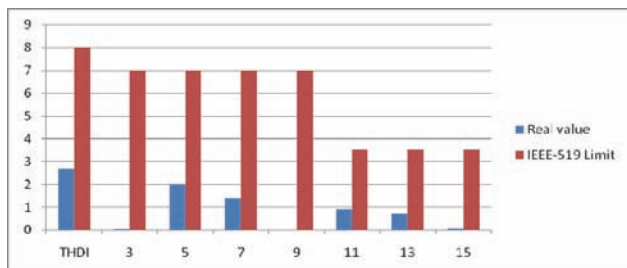
Aktivni filteri predstavljaju savremeno rešenje za eliminisanje problema harmonika u mreži. Zasnivaju se na elektronici i postavljaju se redno ili paralelno sa nelinearnim opterećenjem. Aktivni filteri koriste pojačavačke elemente, posebno operacione pojačavače, sa otpornicima i kondenzatorima da bi objedinili karakteristike željenog filtera.

Aktivni filteri koriste pojačavačke elemente, posebno operacione pojačavače, sa otpornicima i kondenzatorima da bi objedinili karakteristike željenog filtera.[2]

5. PRIMERI PRORAČUNA I REZULTATI

U ovom delu će biti prikazan primer proračuna nivoa viših harmonika u distributivnoj mreži, pri čemu su kao osnova korišćeni podaci realne mreže. Razmatrana mreža obuhvata VN/SN postrojenja, SN mrežu i transformatorske stanice, zaključno do NN sabirnica. Aplikacija analiza harmonika je izvršena na jednom korenu mreže, za transformatorsku stanicu 110/21.5 kV/kV. Ulazni podaci – udeo snage sa kojom potrošači i kondenzatori generišu harmonike je izabran kao vrednost od 10%; spektar uticaja pojedinačnih harmonika opada obrnuto proporcionalno sa frekvencijom.

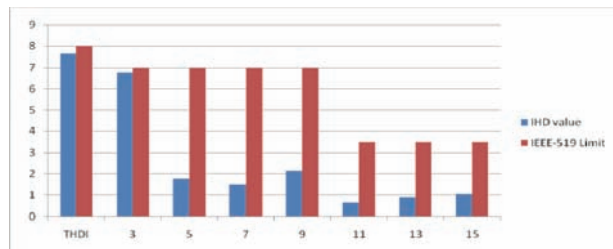
Kao što je već ranije navedeno u tekstu, u simetričnim operativnim uslovima, treći harmonik predstavlja isključivo nultu komponentu, peti harmonik je inverzna komponenta, sedmi direktna itd. Kako je većina potrošača na mrežu priključena preko transformatora koji na primaru imaju spregu trougao (D), nulta komponenta je blokirana, pa na srednjem naponu u simetričnim uslovima rada ne postoje tokovi snaga harmonika koji predstavljaju nultu komponentu (3, 9, 15). Primer ukupnog harmonijskog izobličenja za jedan fider u simetričnom režimu je prikazan na slici 5.1. U ovom slučaju analizira se samo kolo direktnog redosleda da bi se odredio odziv sistema, jer je nulta komponenta blokirana.



Slika 5.1. – Ukupno harmonijsko izobličenje na početku fidera u simetričnom režimu

Amplitude i fazni stavovi trofaznih harmonijskih napona i struja su osetljivi na svaki oblik nesimetrije ili debalans. Čak i za mala odstupanja od simetričnih operativnih uslova na osnovnoj frekvenciji, primećeno je da

nesimetrija harmonika može biti značajno izražena. Za slučajne simetrije, struje deonica kao i neutralna struja mogu da sadrže harmonike različitog reda, koji mogu da sadrže i druge komponente. Ovo znači da npr. treći harmonik u nesimetričnoj mreži pored nulte komponente može da sadrži i direktnu i inverznu komponentu. Primer izobličenje jednog ovakvog fidera je prikazan na slici 5.2.



Slika 5.2. – Ukupno harmonijsko izobličenje na početku fidera u nesimetričnom režimu

6. ZAKLJUČAK

Analiza harmonika se koristi za kvantifikovanje izobličenja talasnog oblika napona i struje kao i za detekciju opasnih uslova rezonancije. Ona postaje važna komponenta za planiranje i dizajn elektroenergetskih sistema. Kada se koristi softver za analiziranje realnih stanja harmonika u mreži, važno je razumeti uvedene pretpostavke i mogućnosti modelovanja. Prostiranje struje harmonika u elektroenergetskom sistemu i rezultujuća izobličenja napona zavise od karakteristika izvora harmonika kao i frekventnog odziva komponenti sistema.

Veoma je teško ustanoviti modele elemenata sistema za harmonijske frekvencije zasnovane samo na teorijskim analizama. Za realniju predstavu modela elemenata su potrebna praktična merenja na određenim tačkama u distribuciji zajedno sa detaljnim podacima o mreži. Metod analize harmonika treba da predstavlja kompromis između zahtevane tačnosti rezultata i dostupnosti podataka za modelovanje.

7. LITERATURA

- [1] Duško Bekut, Vlado Marijanović, J.Tikvicki: *Analiza harmonika u distributivnim mrežama*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.
- [2] Vladimir Katić: *Kvalitet električne energije*, Viši harmonici, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2002.
- [3] Task force on Harmonics Modeling and Simulation, "The modeling and simulation of the propagation of harmonics in electric power networks Part I: Concepts, models and simulation techniques," *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol.11, No.1, January 1996, pp. 452-462.

Kratka biografija:



Maja Stolica rođena je u Trebinju 1988. god. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisala je školske 2007/2008, smer energetika, elektronika i telekomunikacije, a diplomirala na osnovnim studijama 2011.god., smer elektroenergetski sistemi. Diplomski – master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva je odbranila 2013.

UPRAVLJANJE OPTEREĆENJEM U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

LOAD MANAGEMENT IN DISTRIBUTIVE SYSTEMS

Stefan Tripić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izložena je problematika upravljanja opterećenjem kao jedne od komponenti za racionalizaciju potrošnje električne energije. Prikazana je primena "solvera" linearnog programiranja za navedeni problem, kao i rezultati proračuna za konkretne primere distributivnih mreža.

Abstract – This paper deals with a problem of load management in distributive networks, as one of the components for the rationalization of energy use. Also, the application of linear programming solver for this problem is shown, as well as results of calculations for specific examples of distribution networks.

1. UVOD

Osnovni zadatak elektroenergetskog sistema (EES) je da potrošačima obezbedi neprekidno napajanje električnom energijom po ekonomski prihvatljivim cenama. Najveći problem pri tome stvara promena opterećenja sistema jer dimenzionisanje elemenata sistema zavisi od opterećenja, tačnije vršnog opterećenja, sistema. Opterećenje sistema varira tokom dana, nedelje i godišnjeg doba kao posledica svakodnevnih životnih i radnih aktivnosti potrošača. Osim ovih periodičnih varijacija opterećenja, evidentan je i globalni rast potrošnje električne energije, odnosno opterećenja EES.

Problem rasta opterećenja rešavan je izgradnjom dodatnih proizvodnih kapaciteta, ali su elektroprivredne organizacije vremenom shvatile da željenim elektroenergetskim zahtevima neće moći uvek i na vreme da udovolje. U svetu je razvijen čitav niz programa za upravljanje opterećenjem potrošača i to kako u konzumu široke potrošnje, tako i u konzumu industrijskih potrošača kod kojih su moguće promene dijagrama opterećenja.

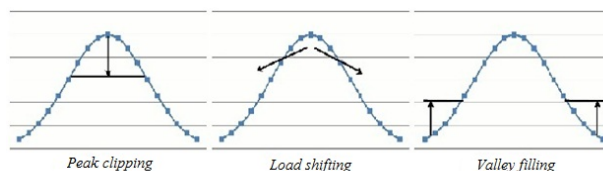
Nakon uvodnog dela, u drugoj glavi je opisan opšti problem linearnog programiranja, kao i optimizacioni model zadatka. U trećoj glavi je dato rešenje problema u vidu dva primera, dok se u glavama četiri i pet nalaze zaključak i literatura, respektivno.

2. FORMULACIJA PROBLEMA

Kada je reč o upravljanju opterećenjem, u literaturi se nameće pojam *Demand Side Management*¹ (DSM). DSM je prvobitno definisan kao planiranje, implementacija i

praćenje skupa programa i aktivnosti koje sporovode elektroprivredne kompanije kako bi uticale na potražnju električne energije i tako izmenile krive opterećenja na način povoljan po njih [1]. Ipak, veliki broj DSM alata je suštinski postojao i pre definicije samog DSM koncepta i kao takav bio u upotrebi od strane nekih preduzeća. Kao jedan od njih je navedeno i upravljanje opterećenjem (eng. *Load Management (LM)*) i predstavljeno kao alat za daljinsko upravljanje opterećenjima [1].

Prema definiciji iz [2], LM uglavnom spada u jednu od tri kategorije modifikacije krive opterećenja, tj LM tehnike: *peak clipping*, *load shifting*, *valley filling*, koje su prikazane na slici 1.



Slika 1 – Različiti tipovi upravljanja opterećenjem

Prema izvoru [3] DSM predstavlja modifikaciju potrošačke potražnje za električnom energijom kroz različite metode poput edukacije i finansijskog podsticaja. Uglavnom, cilj DSM-a je da podstakne potrošače da troše manje energije tokom velikih opterećenja, ili pak pomere vreme korišćenja energije u periode male potrošnje, kao što su noćni sati ili vikend. U opštem slučaju, DSM ne mora zahtevati smanjanje ukupne potrošnje električne energije, ali je očekivano da se smanji potreba za investicijama u mreže i/ili elektrane. Ovako definisan DSM bi u potpunosti odgovarao kategoriji *load shifting* sa slike 1 i kao takav predstavljao jednu od LM kategorija. Sa druge strane, *Demand Response*² (DR) programi uključuju sve od direktnog upravljanja malim potrošačima, do odsecanja opterećenja komercijalnih/industrijskih potrošača i kao takvi su doživeli veliki rast korišćenja krajem dvadesetog/početkom dvadeset prvog veka [5]. Prema [4], sve LM tehnike se kolektivno nazivaju *Demand Response*.

Nakon dosadašnje analize raznih izvora, dolazi se do zaključka da nije moguće jednoznačno definisati pojam upravljanja opterećenjem. Tema ovog rada je upravljanje opterećenjem koje se odnosi na direktno upravljanje pojedinim kućnim uređajima krajnjih potrošača – domaćinstava u cilju spuštanja vrha krive potrošnje i kao

¹ eng. *Demand Side Management* - upravljanje potražnjom

NAPOMENA:

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

² Promene u korišćenju električne energije krajnjih korisnika, u odnosu na njihove standardne rutine, kao odgovor na promene u ceni el. energije ili korišćenje podsticajnih tarifa kako bi se izazvala manja upotreba el. energije za vreme visokih tržišnih cena ili kada je ugrožena pouzdanost EES [4].

tako definisan, pojam će biti korišćen u daljem radu. Ovako definisan, LM bi odgovarao prvom primeru sa slike 1, odnosno *peak clipping*-u. Prilikom ovog optimizacionog proračuna korišćen je celobrojno-mešoviti "solver"³ linearnog programiranja.

2.1 Opis opšteg problema linearnog programiranja

Linearno programiranje (LP) predstavlja skup metoda koje se primenjuju za optimizaciju probleme opisane linearnim algebarskim jednačinama i nejednačinama. Termin "programiranje" je ovde sinonim za planiranje, odnosno određivanje najboljeg (optimalnog) plana. To podrazumeva određivanje vrednosti promenljivih takvih da daju optimalnu vrednost funkcije cilja, pri tome zadovoljavajući uslove (ograničenja).

Minimizovati(maksimizovati):

$$f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n + c_0 \quad (1)$$

Ograničenja:

$$b_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \quad (2)$$

$$b_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \quad (3)$$

⋮

$$b_m = a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \quad (4)$$

Granice:

$$l_1 \leq b_1 \leq u_1 \quad l_{m+1} \leq x_1 \leq u_{m+1}$$

$$l_1 \leq b_2 \leq u_2 \quad l_{m+2} \leq x_2 \leq u_{m+2}$$

⋮

$$l_m \leq b_m \leq u_m \quad l_{m+n} \leq x_n \leq u_{m+n} \quad (5)$$

gde je:

- $f(x)$ – funkcija cilja,
- $b_1, b_2, \dots, b_m$ – pomoćne promenljive (varijable),
- $x_1, x_2, \dots, x_n$ – strukturne promenljive,
- $c_1, c_2, \dots, c_n$ – koeficijenti funkcije cilja,
- $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{mn}$ – koeficijenti ograničenja,
- $l_1, l_2, \dots, l_{m+n}$ – donje granice promenljivih,
- $u_1, u_2, \dots, u_{m+n}$ – gornje granice promenljivih

Pomoćne promenljive se nazivaju još i *redovi*, jer odgovaraju redovima matrice ograničenja. Slično tome, strukturne promenljive se nazivaju *kolone* jer predstavljaju kolone u matrici ograničenja. Rešiti problem linearnog programiranja podrazumeva izračunavanje pomoćnih i strukturnih promenljivih, koje su u okviru granica, a pri tom zadovoljavaju ograničenja i funkciju cilja. U ovom projektu je korišćen *Celobrojno-mešoviti "solver" linearnog programiranja (Mixed integer linear programming solver)* koji praktično predstavlja problem LP u kom se od nekih promenljivih zahteva da budu celobrojne (eng. *integer*). Nedostatak ove metodologije je što ne omogućuje optimalno određivanje početka akcija kontrole, niti međusobni pomeraj grupa isključenih uređaja tokom perioda kontrole.

2.2 Funkcionalnost

Kao ulazne podatke funkciji treba proslediti krivu potrošnje i n tipova resursa raspoloživih za upravljanje. Krivu potrošnje opisuju vrednosti potrošnje u periodu od 24 časa nad čijim vrednostima se vrši interpolacija i

dobija kriva od 97 tačaka koje predstavljaju vrednosti potrošnje po 15-to minutnim intervalima. Resurs za upravljanje predstavlja jedan konkretan tip potrošača koji se opisuje sledećim parametrima:

$P_r(j)$ – snaga resursa (uređaja) j -tog tipa [kW];

$N_{cons}(j)$ – udeo u broju potrošača upravljanog regiona koji sadrže ovaj tip resursa [%];

$T_{off}(j)$ – vreme za koje će uređaj j -tog tipa biti isključen u toku jednog ciklusa [$k \cdot 15min$];

$T_{cl}(j)$ – trajanje 'Cold load pickup'-a [$k \cdot 15min$], odnosno vreme tokom kojeg potrošači moraju biti pod napajanjem nakon uključenja;

$K_{cl}(j)$ – koeficijent 'Cold load pickup'-a;

$N_{cikli}(j)$ – broj ciklusa (trajanje jednog ciklusa iznosi $T_{off}(j) + T_{cl}(j)$).

Povratno opterećenje tj. 'Cold load pickup' predstavlja povećano opterećenje koje se javlja u mreži nakon istovremenog ponovnog uključenja velikog broja uređaja. U ovom radu je povratno opterećenje implementirano tako da se nakon isteka vremena zadatog isključenja, uređaj uključuje snagom $K_{cl}(j) \cdot P_r(j)$, a zatim snaga opada linearno do vrednosti $P_r(j)$, tokom vremena $T_{cl}(j)$. Tom prilikom je uvedena pretpostavka da korisnik unapred poznaje koeficijent i trajanje povratnog opterećenja.

2.3 Opis optimizacionog modela

1) Podaci:

- broj intervala N_{int} : radi se o 15-to minutnim intervalima, odnosno broj intervala će biti jednak broju časova u kojima se vrši optimizacija, pomnoženom sa 4;
- broj resurs tipova N_{rt} uključujući njihove, gore navedene, podatke;
- $P_{orig}(i)$, $i=1, 2, \dots, N_{int}$ – snaga potrošnje u i -tom intervalu sa originalne krive potrošnje.

2) Nepoznate promenljive (*decision variables*):

- P_{maxnew} : novo vršno opterećenje sistema, po ovoj promenljivoj se vrši optimizacija;
- $x(i, j)$: broj potrošača j -tog tipa koji će biti isključeni tokom i -tog vremenskog intervala, celobrojna promenljiva;
- $x(N_{int} + j)$: ukupan broj potrošača j -tog tipa kojima se upravlja, celobrojna promenljiva.

3) Funkcija cilja: minimizovati P_{maxnew} .

4) Ograničenja:

I tip:

$$P_{orig}(i) - \sum_{j=1}^{N_{rt}} \sum_{k=i-T_{off}(j)+1}^i x(k, j) \cdot P_r(j) + \sum_{j=1}^{N_{rt}} \sum_{k=i-T_{off}(j)-T_{cl}(j)+1}^i x(k, j) \cdot \left[\frac{K_{cl}(j) \cdot P_r(j) - K_{cl}(j) \cdot P_r(j) - K_{cl}(j)}{T_{cl}(j)} \cdot [i - k - T_{off}(j)] - P_r(j) \right] \leq P_{maxnew} \quad i=1, 2, \dots, N_{int} \quad (6)$$

³ Reč potiče od eng. *solve* - rešiti (*solver* - onaj koji rešava).

Ovaj tip ograničenja obezbeđuje da novo vršno opterećenje (P_{maxnew}) bude veće od opterećenja sistema u bilo kom vremenskom intervalu nakon uključenja/isključenja pojedinačnih uređaja.

II tip:

$$\sum_{i=1}^{N_{int}} x(i, j) \leq N_{reg}(j) \cdot N_{cicl}(j), \quad j = 1, 2, \dots, N_{rt} \quad (7)$$

gde je:

- $N_{reg}(j)$ vektor kolona čiji je svaki element jednak ukupnom broju uređaja j -tog tipa koji su na raspolaganju za upravljanje, odnosno broju potrošača pomnoženim sa $N_{cons}(j)$.

Ovaj tip ograničenja obezbeđuje da broj ciklusa uključenja/isključenja svakog uređaja ne bude veći od dozvoljenog broja ciklusa.

3. REŠENJE PROBLEMA

U kategoriji domaćinstava mogu se prepoznati pet tipova elektrifikacije potrošača, od kojih je naveden jedan od interesa [6]:

- domaćinstvo sa daljinskim grejanjem i akumulacionim bojlerima za pripremu tople vode. Vršna snaga po domaćinstvu se računa kao:

$$P_{vrb1} = (4.5 + 0.25 \cdot P_{\Sigma el.ap.}) \cdot \left(1 + \frac{\Delta p}{100}\right)^{(t_{prog} - 2000)} \quad (8)$$

gde je:

t_{prog} – godina za koju se prognozira vršna snaga ($t_{prog} > 2000$),

$\Delta p(\%)$ – procenat prosečnog godišnjeg porasta vršne snage potrošačkog područja koji ne zavisi od načina zagrevanja prostorija. Obično se uzima vrednost $\Delta p = 1.5\%$,

$P_{\Sigma el.ap.}$ – instalisana snaga svih potrošača u jednom domaćinstvu. Za ovaj tip elektrifikacije $P_{\Sigma el.ap} = 14.75 \text{ kW}$.

Uvrštavanjem navedenih vrednosti dobija se $P_{vrb1} = 10 \text{ kW}$.

3.1 Primer 1

Posmatra se transformatorska stanica VN/SN iz koje se napaja potrošački konzum instalisane snage $P_{instcons.} = 56 \text{ MW}$. U njoj se nalaze dva transformatora nominalnih snaga $S_n = 35.5 \text{ kVA}$. Upravljanje opterećenjem se vrši na jednom od izvoda koji napaja električnom energijom potrošače čija je ukupna instalisana snaga $P_{inst} = 6780 \text{ kW}$, odnosno $\sim 8\%$ ukupne potrošnje navedene stanice. Izvod sadrži 90 transformatorskih stanica SN/NN, koje predstavljaju potrošnju iz ugla SN mreže i u periodu najvećeg dnevnog opterećenja (pik potrošnje) opterećen je 70%.

Na osnovu navedenih karakteristika mreže koji su od značaja i usvojene pretpostavke vezane za vršno opterećenje jednog domaćinstva, može se pristupiti postavci konkretnog problema.

Resurs za upravljanje je akumulacioni bojler.

- na izvodu ima P_{inst}/P_{vrb1} domaćinstava, odnosno, na osnovu, 678 domaćinstava,
- u piku potrošnje je izvod opterećen $0.7 \cdot P_{inst} = 4746 \text{ kW}$,
- pretpostavka je da svako domaćinstvo ima po jedan akumulacioni bojler, a da ih je uključeno (raspoloživo za upravljanje) 50%, odnosno 338.

Period optimizacije je 24h.

Za navedeni primer podaci su:

$$\begin{aligned} j &= 1, \\ N_{int} &= 97. \end{aligned}$$

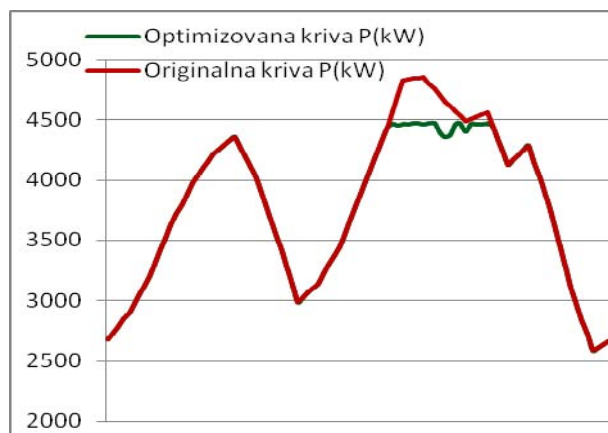
I– podaci zavisni od mreže:

$$\begin{aligned} P_r(j) &= 2 \text{ kW}, \\ N_{cons}(j) &= 338/90 \cdot 100 = 376.6 \%^4, \end{aligned}$$

II– ostali ulazni podaci:

$$\begin{aligned} T_{off}(j) &= 3, \\ T_{cl}(j) &= 2, \\ K_{cl}(j) &= 1.2, \\ N_{cicl}(j) &= 3. \end{aligned}$$

navedene podatke je potrebno postaviti kao ulazne u "solver". Kao rezultati "solvera" se dobijaju maksimalna vrednost optimizovane krive, broj uređaja koje je potrebno isključiti u svakom od petnaestominutnih intervala i ukupan broj uređaja koji su korišćeni u optimizaciji. Originalna i optimizovana kriva su prikazane na slici 2.



Slika 2 – Originalna i optimizovana kriva za primer 1

Maksimalne vrednosti krivih:

- $P_{max} = 4854.73 \text{ kW}$,
- $P_{maxnew} = 4467.84 \text{ kW}$.

3.2 Primer 2

Test mreža je ista kao u primeru 1, ali sada na izvodu ima 405 domaćinstava. Tipovi resursa su navedeni u tabeli 1. Pretpostavka je da svako domaćinstvo ima po jedan akumulacioni bojler i jednu TA peć, a da je uključeno

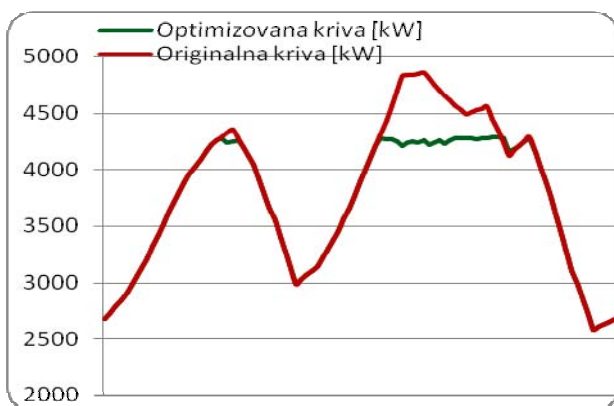
⁴ Modelovana je SN mreža čiji su krajnji potrošači transformatorske stanice SN/NN. Prema tome, broj uređaja raspoloživih za upravljanje se mora u ulaznim podacima navesti procentualno u odnosu na broj SN/NN transformatorskih stanica.

(raspoloživo za upravljanje) 50% bojlera, odnosno 203, kao i 30% tj. 122 TA peći. Klima uređaja je raspoloživo za upravljanje 40% od ukupnog broja domaćinstava, odnosno 162 uređaja.

Tabela 1– Tri tipa resursa

	$j=1(\text{ak.bojler})$	$j=2(\text{TA peć})$	$j=3(\text{klima uređaj})$
$P_r(j)$ [kW]	2	4	1.5
$N_{cons}(j)$ [%]	225.6	135.6	180
$T_{off}(j)$	3	4	2
$T_{cl}(j)$	2	3	1
$K_{cl}(j)$	1.2	1.3	1.1
$N_{cicl}(j)$	3	2	4

Originalna i optimizovana kriva za primer 2 su prikazane na slici 3.

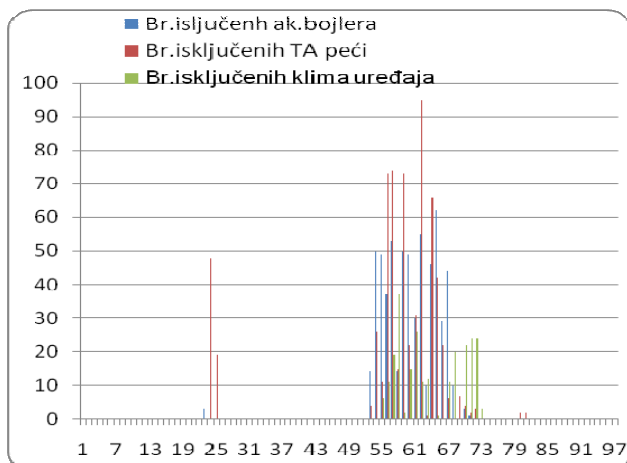


Slika 3 – Originalna i optimizovana kriva za primer 2

Maksimalne vrednosti:

- $P_{max} = 4854,73 \text{ kW}$,
- $P_{maxnew} = 4281.45 \text{ kW}$.

Na slici 4 je grafički prikazan broj isključenih uređaja po petnaestominutnim intervalima.



Slika 4 – Broj isključenih uređaja po tipu resursa

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu primera prikazanih u radu i proračuna "solvera" za različite ulazne podatke, došlo se do zaključa da funkcija daje smisljena rešenja funkcije cilja kao odgovor na promene pojedinih ulaznih podataka. Takođe, zaključeno je da celobrojni-mešoviti "solver" retko uspeva da u potpunosti "poravna" krivu rešenja i na taj način dostigne optimum. U ovom trenutku je mali broj kompanija koji ovaj vid optimizacije koriste u praksi zbog neopremljenosti uređajima neophodnim za samu praktičnu primenu, ali u budućnosti upravljanje opterećenjem može postati veoma korisna i rasprostranjena aplikacija i kao takva biti značajan činilac u ostavriivanju dobiti optimizacijom korišćenja električne energije.

5. LITERATURA

1. A.G. Martins: *Energy-conscious urban planning and development*, studija, INESC - University of Coimbra, Portugal 1998.
2. C.W.Gellings, K.E.Parmenter: "Demand-Side Management," in *Energy Management and Conservation Handbook*, CRC Press 2008.
3. "Demand Management." *Office of Energy*, Government of Western Australia, n.d. Web. 30 Nov 2010.
4. V.S.K.M.Balijepalli, V.Pradhan, S.A.Khaparde, R.M.Shereef: Review of Demand Response Under Smart Grid Paradigm, *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies*, India, 2011.
5. Grayson C. Heffner, Charles A. Goldman: *Demand Responsive Programs - An Emerging Resource for Competitive Electricity Markets*, Environmental Energy Technologies Division Ernest Orlando Berkley National Laboratory, University of California, Berkley, California, August 2001.
6. M.Tanasković, T.Bojković, D.Perić: *Distribucija električne energije*, Akademska misao, Beograd, 2007.

Kratka biografija:



Stefan Tripić je rođen u Zrenjaninu 1988. godine. Diplomski-master rad odbranio je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi.

PRIOLOG METODI MERENJA SRČANOG RITMA U TOKU SPORTSKOG TRENINGA

Mišo Stanković, Vojin Ilić, Nikola Jorgovanović, Željko Tepić
Fakultet tehničkih u nauka Novi Sad

Sadržaj – U ovom radu je prikazana jedna nova metoda merenja srčanog ritma u toku sportskog treninga, primenom sonde za pulsnu oksimetriju. Prikazano je potpuno novo elektronsko kolo sa minimalnim brojem i minimalnom cenom elektronskih komponenti. Opisana je primenjena metoda obrade signala koja uspešno eliminiše artefakt pokreta i određuje vrednost srčanog ritma. Takođe je prikazana eksperimentalna verifikacija sistema u mirovanju kao i u toku fizičke aktivnosti.

1. UVOD

Srčani ritam (puls) predstavlja broj otkucaja srca u jedinici vremena i tipično se iskazuje kao broj otkucaja u minuti. Merenje pulsa je veoma korisno u sportskom treningu. Porast pulsa može pokazati nivo fizičke spremnosti ili moguće prisustvo srčanog oboljenja. U toku fizičke aktivnosti, na osnovu pulsa moguće je odrediti koliko je neko fizički spreman, kao i njegov intenzitet treninga. Maksimalni puls je mera srčanog kapaciteta i indikator zamora.

Najčešća metoda merenja pulsa je palpaciona metoda. Ovom metodom moguće je meriti puls na bilo kom mestu, na telu, gde je arterija dovoljno blizu površine, tako da se može osetiti puls. Najčešća mesta merenja pulsa palpacijom su ručni zglobovi (radijalne arterije) i vrat (karotidna arterija). Merenje se vrši tako što se indeks i srednji prst stave na arteriju i broje se otkucaji u minuti. Ovo je odokativna metoda. Primena ove standardne metode je nemoguća u sportskom treningu.

Često korišćeni uređaji za određivanje pulsa, u toku treninga su EKG i polar uređaji. Osnovni problem merenja pulsa pomoću EKG uređaja ogleda se u detaljnoj pripremi kože ispitanika za postavljanje mernih elektroda. Cena ovakvih uređaja za primenu u sportskoj medicini je dosta visoka, a i sami uređaji su dosta glomazni. Problemi prilikom korišćenja komercijalnih polar sistema su nemogućnost korišćenja dobijenih podataka za dalju analizu u realnom vremenu. Ovo bi bilo moguće jedino u slučaju da proizvođači uz sam sistem ponude i komunikacioni protokol između uređaja i PC računara.

U ovom radu će biti prikazana metoda merenja pulsa koja se zasniva na modifikaciji sonde za pulsnu oksimetriju. Osnova ove metode se zasniva na korišćenju svetlosnih izvora i detektora ove svetlosti. Samim tim je i celokupan sistem dosta robustniji za primenu u različitim aplikacijama.

2. PRINCIP RADA PULSNOG OKSIMETRA

Osnovni princip pulsne oksimetrije je da se kroz neki deo tela kao što je prst, uho, nos itd. propusti svetlost, a krv će apsorbovati određenu količinu svetlosti, u zavisnosti od

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Miše Stankovića. Mentor je bio prof. dr Nikola Jorgovanović.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Banja Vrućca, juni 2011.

koncentracije kiseonika u hemoglobinu. Na ovom principu se zasniva metoda merenja pulsa pomoću pulsne oksimetrije.

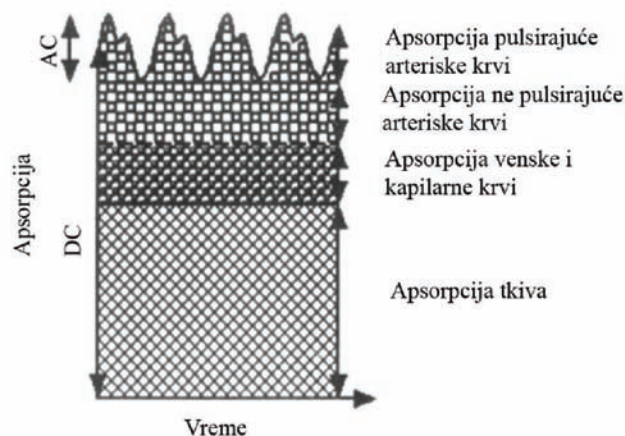
2.1 APSORBCIJA SVETLA U HEMOGLOBINU

Pulsna oksimetrija se bazira na emitovanju, apsorpciji i disperziji svetlosti dok ona prodire kroz hemoglobin. Emitovanje svetlosti kroz supstancu opisana je Beer-Lambert-ovim zakonom. Količina emitovane svetlosti (I_e) data je kao:

$$I_e = I_i \cdot e^{-DCa} \quad (1)$$

gde je D rastojanje koju svetlost prođe kroz rastvor, C koncentracija supstance u rastvoru, a a koeficijent apsorpcije te supstance.

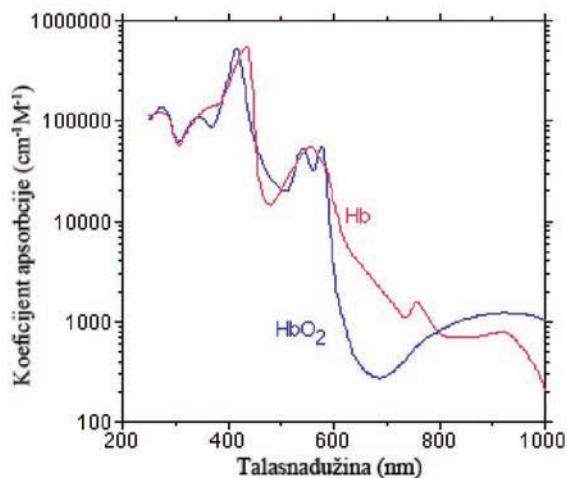
Svetlost se od svog izvora do detektora apsorbuje u arterijskoj krvi, koja se sastoji od pulsirajuće i nepulsirajuće komponente. Pored ove apsorpcije, takođe postoji i deo svetlosti koji se apsorbuje u venskoj krvi i kapilarnoj krvi i tkivu (kože, kosti, ...) pri čemu ova apsorbovana svetlost predstavlja nepulsirajuću komponentu (jednosmernu komponentu). Na slici 1 je prikazana apsorpcija svetlosti u vremenu. Pulsirajuća komponenta signala, koja se javlja u vremenu sa svakim otkucajem srca, se superponira sa jednosmernom komponentom. Amplituda ovog pulsirajućeg signala je oko 1% jednosmerne komponente.



Slika1. Apsorpcija svetlosti arterijske, venske i kapilarne krvi i tkiva u vremenu

Za primenu, u pulsnoj oksimetriji, možemo posmatrati da se hemoglobin sastoji od dve komponente, hemoglobina koji je obogaćen kiseonikom (HbO_2) i hemoglobina bez kiseonika (Hb). Ako dve talasne dužine i dve supstance imaju različite koeficijente apsorpcije, onda se na osnovu jednačine (1) može izračunati procenat svake supstance ponaosob [1].

Spektroskopijom su eksperimentalno dobijeni koeficienti apsorpcije hemoglobina obogaćenog kiseonikom (HbO_2) i hemoglobina bez kiseonika (Hb), rezultati su prikazani na slici 2.

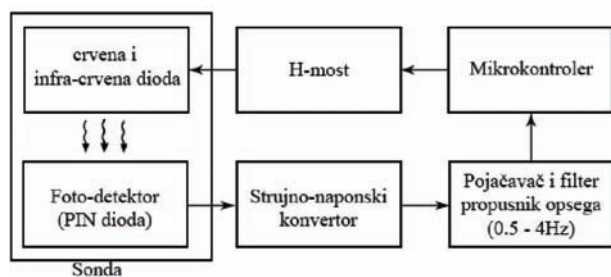


Slika 2. Koeficijenti apsorpcije hemoglobina obogaćenog kiseonikom HbO_2 i hemoglobina bez kiseonika Hb dobijen eksperimentalno spektroskopijom

Primećeno je da se najbolji rezultati dobijaju korišćenjem izvora crvene i infracrvene svetlosti [2]. Na talasnoj dužini crvene svetlosti postoji najveća razlika između dva koeficijenta apsorpcije hemoglobina obogaćenog kiseonikom i hemoglobina bez kiseonika. Takođe na talasnoj dužini infracrvene svetlosti razliku između dva koeficijenta apsorpcije je najveći samo posle ukrštanja dveju krivih.

3. DIZAJN KOLA ZA PULSNI OKSIMETAR

Blok šema elektronskog kola za pulsni oksimetar je prikazana na slici 3. U samoj sondi pulsno oksimetra se nalaze diode koje zrače crvenom i infracrvenom svetlošću kao i PIN dioda koja se koristi kao foto-detektor.

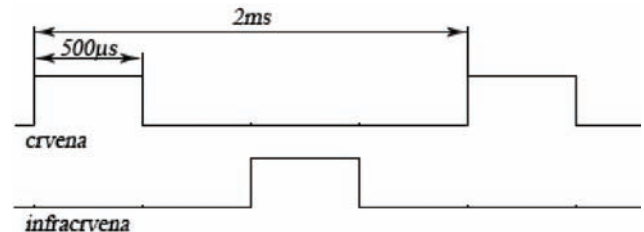


Slika 3. Blok šema električnog kola

Mikrokontroler preko strujno kontrolisanog H-mosta naizmenično uključuje i isključuje crvenu i infracrvenu diodu. Emitovana svetlost detektovana pomoću foto-dioda se pojačava i konvertuje iz strujnog u naponski signal korišćenjem strujno-naponskog konvertora. Izlaz iz ovog kola se dovodi na aktivni filter, propusnik opsega (0,5Hz – 4Hz), u cilju eliminisanja jednosmerne komponente iz signala i artefakata nastalih usled pokreta. Ovako dobijen signal se dodatno pojačava pre dovođenja na A/D konvertor mikrokontrolera gde se vrši njegova obrada.

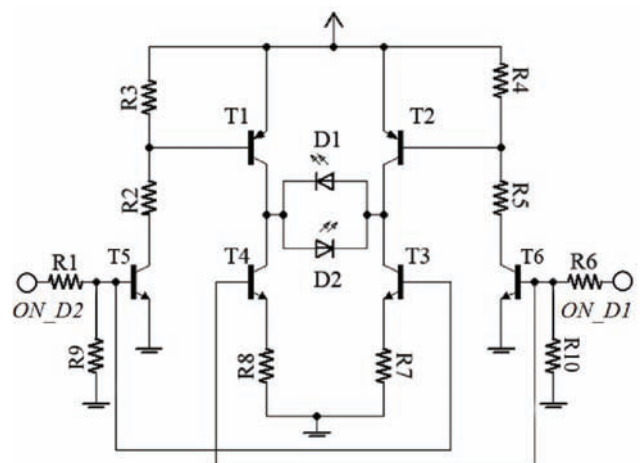
3.1 H-MOST

Naizmeničnim uključivanjem i isključivanjem dva svetlosna izvora, moguće je koristiti samo jedan foto-detektor. Tako je i realizovana sonda pulsno oksimetra sa dva izvora svetla i jednim foto-detektorom. Naizmeničnim uključivanjem dioda sa periodom od 2ms, gde su diode uključene 500 μ s a isključene 1500 μ s i pri tome je vreme uključivanja i isključivanja fazno pomeren, kao što je prikazano na slici 4. Perioda od 2ms je dovoljna jer je najbrža promena signala koja može da se desi je reda nekoliko herca [3].



Slika 4. Oblik signala kojim se pobuđuju crvena i infracrvena dioda pulsno oksimetra

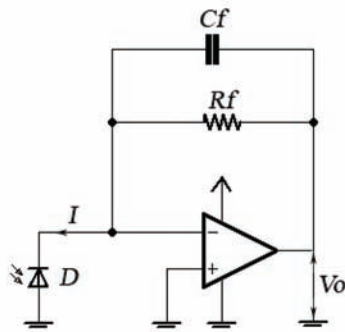
Realizovano kolo je prikazano na slici 5. Dioda D1 i D2 se nalaze u sondi pulsno oksimetra, dioda D1 emituje elektromagnetne talase talasne dužine 660nm (crvena svetlost), a dioda D2 emituje elektromagnetne talase talasne dužine 940nm (infracrvena svetlost). U periodu kada je potrebno uključiti diodu D1 na priključak ON_D1 mikrokontroler postavlja logičku jedinicu, čime tranzistori T6 i T4 počinju da provode. Tranzistor T6 radi u prekidačkom režimu, a tranzistor T4 u aktivnom režimu. Kada tranzistor T6 provede, tranzistor T2 koji takođe radi u prekidačkom režimu počinje da provodi čime se uključuje dioda D1. Za to vreme tranzistori T1, T3 i T5 su zakočeni. Postupak je identičan kada je potrebno uključiti diodu D2, s tim da mikrokontroler postavlja logičku jedinicu na priključak ON_D2.



Slika 5. Električna šema kojom se realizuje naizmenično aktiviranje crvene i infracrvene diode pulsno oksimetra

3.2 STRUJNO-NAPONSKI KONVERTOR

Foto-dioda normalno radi u inverznoj polarizaciji PN spoja. Kada foton sa dovoljno energije udari diodu, stvara se par elektron-šupljina (foto-efekat). Šupljina odlazi ka P-materijalu dok elektron odlazi ka N-materijalu. Rezultat ovog kretanja elektrona i šupljina je porast inverzne struje.

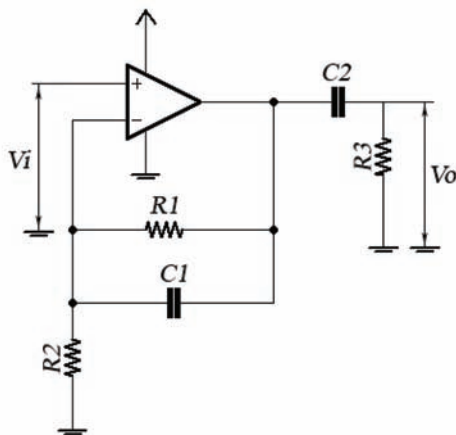


Slika6. Električna šema strujno-naponskog konvertora

Kako bi se signal (inverzna struja diode) pojačao potrebno ga je transformisati u naponski signal. Ovo postizemo sa kolom prikazanim na slici 6. Operacioni pojačavač se nalazi u konfiguraciji strujno naponskog konvertora. Zbog velike unutrašnje impedanse inverzno polarizovanog PN spoja potrebno je koristiti operacioni pojačavač sa što većom ulaznom impedansom. Kako se invertujući ulaz operacionog pojačavača ponaša kao da je na virtuelnoj masi, izlazni napon je $V_o = I \cdot R_f$. Iz ove jednačine se vidi da se pojačanje signala određuje samo pomoću otpornikom R_f . Kondenzator C_f služi za kompenzaciju kapacitivnosti PN spoja, koja na višim učestanostima dolazi do izražaja i pojačava šum [4].

3.3 FILTER PROPUSNIK OPSEGA

Filtar propusnik opsega je realizovan kaskadnom vezom aktivnog filtra propusnika niskih učestanosti i pasivnog filtra propusnika visokih učestanosti. Filtar propusnik niskih učestanosti je realizovan kao aktivni filter sa graničnom učestanosti od 4Hz i pojačanjem od 5 puta. Filtar propusnik visokih učestanosti je realizovan kao pasivni filter sa graničnom učestanosti od 0,5Hz.



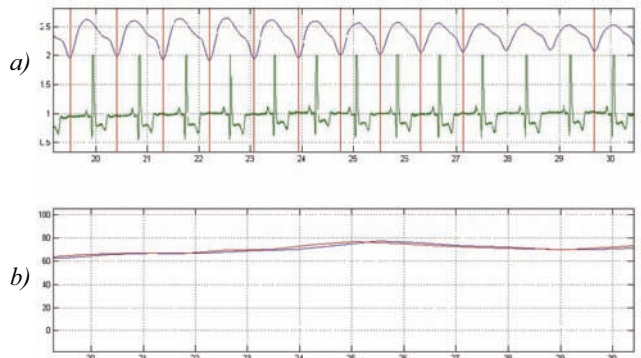
Slika7. Električna šema filter propusnik opsega (0.5Hz-4Hz)

4. OBRADA SIGNALA I REZULTATI

Nakon filtriranja, signal se dovodi na A/D konvertor mikrokontrolera gde se vrši obrada signala.

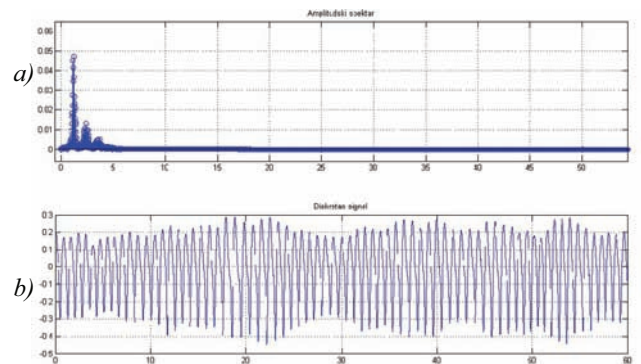
U ovom delu rada će biti prikazane dve metode određivanja pulsa. Prvi pristup se zasniva na metodi nalaženja prevoja tj. minimuma talasa, kao što je prikazano na slici 8a (prepoznati prevoji su prikazani vertikalnim crvenim linijama). Vremena između dva minimuma određuje puls. Rezultati ovog načina merenja prikazani su na slici 8b (plava kriva) zajedno sa pulsom dobijenim obradom EKG signala slika 8b (crvena kriva). Može se uočiti da su krive identičnog oblika međutim, puls dobijen obradom signala sa pulsog oksimetra kasni, u ovom slučaju nešto manje od 0,5s. To kašnjenje predstavlja vreme koje je potrebno da krv obogaćena kiseonikom iz srca dođe do perifernog krvotoka, u ovom slučaju do prsta ruke.

Na slici 8a (plava kriva) predstavlja signal sa pulsog oksimetra dok je čovek u stanju mirovanja. Paralelno sa signalom dobijenog pomoću pulsog oksimetra sniman je i EKG signal, slika 8a zelena kriva, koristi se kao metoda verifikacija kvaliteta određenog pulsa.



Slika8. a) Plava kriva - signal sa pulsog oksimetra. Zelena kriva – ekg signal b) Plava kriva - puls određen pomoću signala sa pulsog oksimetra. Crvena kriva - puls određen pomoću ekg signala

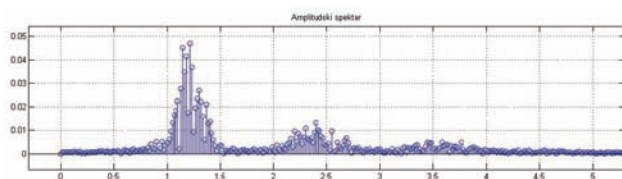
Drugi pristup obrade signala se zasniva na analizi u frekvenciskom domenu. Nad snimljenim signalom dobijenog sa pulsog oksimetra je izvršena spektralna analiza. Amplitudski spektar signala sa pulsog oksimetra (slike 9b) dat je na slici 9a.



Slika9. a) Amplitudski spektar signala sa pulsog oksimetra b) Signal sa pulsog oksimetra

Na slici 10 prikazan je amplitudski spektar signala sa slike 9b u rasponu učestanosti koji je od interesa. Komponenta u spektru signala sa najvišom amplitudom,

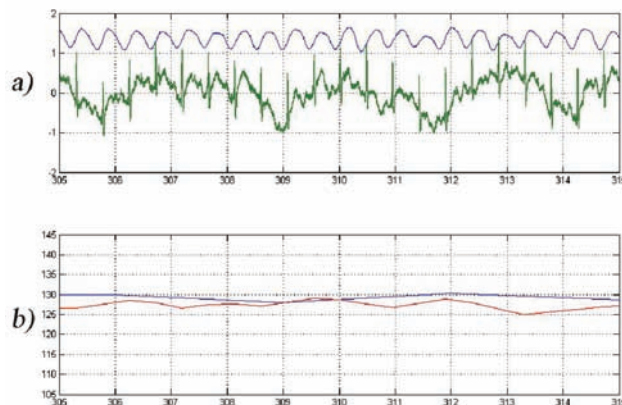
predstavlja puls. Da bi smo odredili puls iz amplitudskog spektra, izdvojena je učestanost koja ima maksimalu amplitudu.



Slika 10. Amplitudski spektar signala sa pulsnog oksimetra na intervalu od (0-5Hz)

Kako glavni deo snage signal nije skoncentrisan tačno na toj učestanosti, prilikom održavanja pulsa, eksperimentalno smo došli do rezultata koji pokazuju da je potrebno uzimati u obzir i po dve učestanosti levo i desno, od učestanosti sa najvećom amplitudom. Tako da se puls izračunava na osnovu pet učestanosti, pri čemu je svaka učestanost ponderisana svojim amplitudom.

Rezultati dobijeni ovakvim načinom merenja pulsa prikazani su na slici 11.



Slika 11. a) Plava kriva - signal na izlazu sa pulsnog oksimetra, zelena kriva - ekg signal, u toku treninga b) Plava kriva - puls određen pomoću signala sa pulsnog oksimetra,

primenom spektralne analize, crvena kriva - puls određen pomoću ekg signala

ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazana metoda merenja srčanog ritma u toku sportskog treninga, primenom sonde pulsnog oksimetra. Prikazana je električna šema koja uspešno izdvaja signal od interesa i priprema za digitalizaciju, pri čemu je cena i broj elektronskih komponenti minimalan. Opisane metode za digitalnu obradu signala uspešno eliminišu artefakte usled pokreta i određuju puls u toku treninga, što je verifikovano prikazanim rezultatima.

LITERATURA

- [1] T.L.Rusch, R.Sankar and J.E.Scharf, "Signal processing methods for pulse oximetry", Elsevier Science, 1996
- [2] A. Jubran, "Pulse Oximetry", Critical care, 1999.
- [3] V.Markandey, "Pulse Oximeter Implementation on the TMS320C5515 DSP", Texas Instruments Incorporated, 2010
- [4] "Photodiode monitoring with op amps", Texas Instruments, 2010.

Abstract - This paper presents a new method of measuring heart rate during sports training, using the pulse oximeter probe. Shown is a completely new electronic circuit with a minimum number and minimum prices of electronic components. The paper describes the applied signal processing methods that successfully eliminates motion artifact and determine the value of heart rate. It is also shown experimental verification of the system at rest and during physical activity.

CONTRIBUTION TO THE METHOD OF MEASURING HEART RATE DURING SPORTS TRAINING

Ovaj rad je deo projekta finansiranog od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije pod nazivom "Primena biomedicinskog inženjeringa u pretkliničkim i kliničkim istraživanjima", pod evidencionim brojem III-41007.

MODEL BROKER ARHITEKTURE DISTRIBUIRANOG SISTEMA WEB SERVISIA

WEB SERVICES DISTRIBUTED SYSTEM BROKER ARCHITECTURE MODEL

Dijana Kosmajac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Razvoj savremenih informacionih tehnologija, kao posledicu kompleksnosti razvoja poslovnih informacionih sistema, dovodi do pojave heterogenih implementacija. Potreba da, na globalnom planu, različite implementacije formiraju servisnu infrastrukturu u prvi plan stavlja interoperabilnost. Prilikom kreiranja servisa esencijalno je podržati sadržanu heterogenost, sigurnost, skalabilnost, transparentnost, kvalitet kao i ponovnu iskoristivost na što je moguće višem nivou apstrakcije. U ovom radu je prikazano jedno rešenje interakcije i interkomunikacije kroz servisnu komponentu sa arhitekturom brokera.

Abstract – As a consequence of the development of Information Technologies computer based information systems emerged into heterogeneity. The need for global communication of heterogeneous system as service infrastructure raises interoperability features emergent. It is essential to encounter: embedded heterogeneity, security, scalability, transparency, quality of services and high level of reusability at the highest possible level of abstraction. In this paper there is one solution of service intercommunication, based on broker architecture, presented.

Ključne reči: broker šablon, REST servis, klijent-server, distribuirani sistem, CRUD

1. UVOD

Distribuirani sistemi su danas široko rasprostranjen oblik raspodjele i organizacije informacionih sistema i servisa kao elemenata. Prema [1], distribuirani sistemi su popularni iz nekoliko razloga:

- o *Ekonomičnost* – računarske mreže koje inkorporiraju nude bolji odnos između cijene i performansi nego mainframe računari.

- o *Performanse i skalabilnost* – distribuirane aplikacije u opštem slučaju mrežne resurse.

- o *Inherentna distribuiranost* – neke aplikacije su inherentno distribuirane, npr. baze podataka koje prate klijent-server model.

- o *Pouzdanost* – u većini slučajeva, jedan računarski čvor na mreži ili multiprocesorskom sistemu može da otkáže bez fatalnog uticaja na ostatak sistema.

Distribuiranost otvara niz problema koje je neophodno na neki način premostiti. Naime, distribuirani sistemi su po prirodi heterogeni, odnosno, najčešće su realizovani u različitim tehnologijama, što je i glavni razlog za razvoj sopstvena rešenja za distribuirane sisteme od strane konzorcijuma kao što su OMG (*Object Management Group*) i Microsoft.

Efektivna dizajna u heterogenom okruženju zahteva sofisticirano znanje i vještine. Osnovni postavljeni cilj je dizeiranje konzistentne arhitekture distribuiranog sistema koja inkorporira različitosti sa ciljem ispunjenja postavljenih zahtjeva. Postoje arhitektonski šabloni koji daju rešenje za ovakve sisteme. Jedan od njih je i broker arhitektonski šablon. On se može koristiti za struktuiranje distribuiranih softverskih sistema sa odvojenim komponentama koje komuniciraju preko poziva udaljenih servisa (RMI – *Remote Service Invocation*).

U radu će biti prikazani opšti koncepti rešenja problema interoperabilnosti heterogenih servisa sa osvrtom na elemente kao što su sigurnost (autorizacija, autentifikacija), skalabilnost, kvalitet usluge komponente itd. Pod sistemom se, u kontekstu ovog rada, podrazumjeva skup nezavisnih servisa kojima je neophodno obezbijediti „kontrolisani“ pristup preko jedinstvene web komponente.

2. SRODNI RADOVI

Prilikom izrade praktičnog projekta i pisanja ovog rada, u procesu prikupljanja materijala i resursa, pronađeni su radovi koji se dotiču iste teme, ali sa drugačijeg aspekta. Naime, u radu [2] je dat prijedlog kojim se redukuje kompleksnost traženja odgovarajućeg servisa po klijentskom zahtjevu. Integracija različitih QoS svojstava je esencijalna za uspjeh tehnologije web servisa. Zbog rastuće popularnosti ove tehnologije i potencijalnog dinamičkog odabira i integracije servisa, različiti servis provajderi nude slične servise. QoS je izuzetno bitan faktor za razlikovanje funkcionalno sličnih web servisa. Glavni problem je nedostatak mehanizma koji prati QoS svojstva pri odabiru servisa. Drugi rad [3], se fokusira na rane stadije procesa razvoja arhitekture softvera, dok se paralelno vrši particionisanje sistema na visokom nivou. Posebno se pominju arhitekturni šabloni kao rešenja za balansiranje ova dva tipa zahtjeva.

3. WEB SERVISI

Rast web-a u posljednje dvije dekade dokazuje efikasnost korišćenja jednostavnih Internet protokola kao baze za veliki broj servisa i aplikacija. HTTP zahtjev-odgovor protokol omogućava korišćenje različitih vrsta klijenata, korišćenjem referenci na resurse preko URI-a (*Unified Resource Identifier*).

NAPOMENA:

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

U originalnom klijent-server modelu, klijent i server su bili funkcionalno specijalizovani. Web servisi se vraćaju ovom modelu, u kome specifični klijenti komuniciraju sa servisom preko funkcionalno specijalizovanog interfejsa preko Interneta. Uopšteno, servis orijentisane arhitekture obezbeđuju fleksibilan okvir za kompoziciju servisa. Kompozitni servisi se mogu konstruisati korišćenjem definisanih protokola (npr. REST i WADL) i integracijom atomičkih servisa razvijanih nezavisno. Podaci koji se razmjenjuju između klijenata i web servisa su nalaze u nekom od standardnih, prihvaćenih formata: XML ili JSON.

3.1. RESTful servisi

REST [6] (*Representational State Transfer*) se oslanja na bezsesijski, klijent-server komunikacioni protokol sa mogućnošću keširanja i predstavlja arhitekturni stil za dizajn mrežnih aplikacija. Osnovna ideja je da se umjesto kompleksnih mehanizama kao što su CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*), RPC (*Remote Procedure Call*) ili SOAP (*Simple Object Access Protocol*) za konekciju između krajnjih tačaka koristi jednostavni i sveprisutni HTTP. RESTful aplikacije koriste HTTP zahtjeve da šalju (*create* i/ili *update*), čitaju (npr. *select* upiti) i brišu podatke.

3.2. Dokumentovanje servisa

WSDL [4] (*Web Services Description Language*) kao standard postoji u specifikaciji W3C. Obično se koristi za detaljan opis servisa koji se nude od strane SOAP servera. Iako je WSDL fleksibilan u opcijama povezivanja servisa, inicijalno je podržavao samo GET i POST operacije. U verziji 2.0, WSDL podržava i ostale metode, pa se ova verzija može koristiti.

Druga mogućnost jeste WADL [5] (*Web Application Description Language*) takođe dostupan kao W3C specifikacija. WADL je lakši za razumijevanje i pisanje od WSDL-a. Iako nije fleksibilan kao WSDL, jednostavan je i pogodan za dokumentovanje RESTful servisa. U Primjer 1 je prikazan fragment opisa REST servisa sa WADL.

Primjer 1 WADL segment

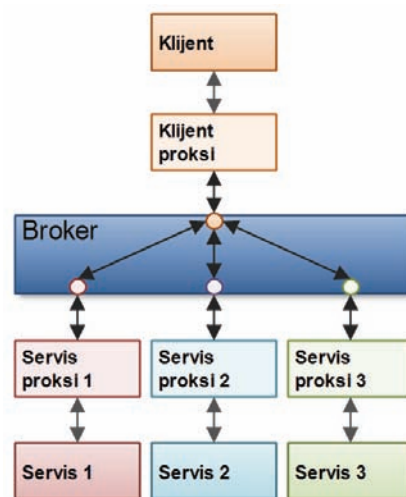
```
<resources base=
"http://localhost:8080/StudentService/univ/">
  <resource path="getStudents">
    <method name="GET" id="students">
      <request>
        <param name="indexNr" type="xsd:integer"
style="query" required="false"/>
        <param name="name" type="xsd:string"
style="query" required="false"/>
      </request>
      <response status="200">
        <representation mediaType="application/xml"
element="ext:ExternalDescription"/>
      </response>
      <response status="400">
        <representation mediaType="application/xml"
element="ext:Error"/>
      </response>
    </method>
  </resource>
</resources>
```

4. BROKER SERVIS

Broker arhitekturni šablon se može koristiti za struktuiranje distribuiranih softverskih sistema sa različitim komponentama koje vrše interakciju preko poziva udaljenih servisa. Broker komponenta je, u opštem slučaju, odgovorna za koordinisanje komunikacije kao što je prosljeđivanje zahtjeva ili prenos odgovora i izuzetaka. [7] Servisi se sami registruju na broker i time pružaju svoje resurse klijentima kroz interfejs metode. Klijenti pristupaju funkcionalnostima servisa tako što šalju zahtjeve preko brokera. Korišćenjem broker šablona, aplikacija može pristupiti distribuiranim servisima jednostavno obraćajući se odgovarajućem objektu. Pored toga, broker je fleksibilan u smislu da dozvoljava dinamičku promjenu, dodavanje, brisanje i realokaciju objekata.

Broker šablon smanjuje kompleksnost razvoja distribuiranih aplikacija, kako je kroz njega distribuiranost struktuirana i jasna sa aspekta programera. Ovo se postiže sa objektnim modelom u kome su distribuirani sistemi enkapsulirani unutar objekata.

Broker se sastoji od pet komponenti [7], kao što je prikazano na Slici 1:



Slika 1. Broker arhitektura

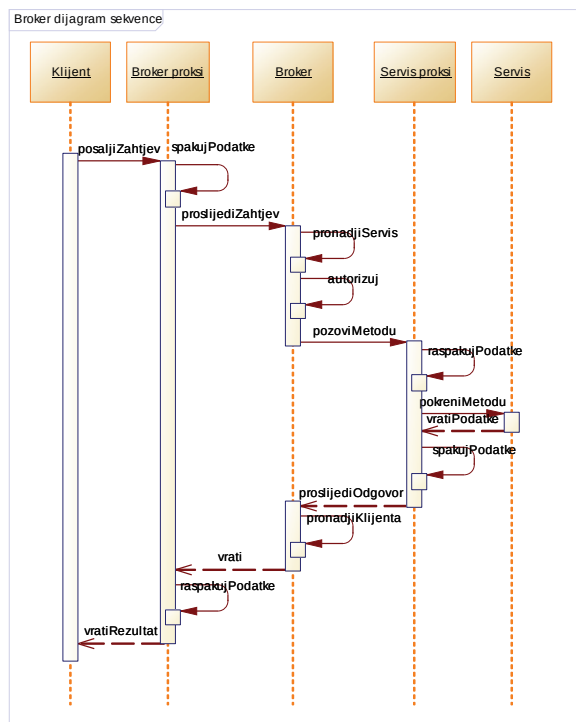
Klijent je odgovoran za implementaciju korisničkih funkcionalnosti i slanje zahtjeva servisima preko proksija na strani klijenta.

Servis ima sljedeće odgovornosti: implementira metode, registruje se na broker i šalje odgovore i izuzetke klijentu preko proksija na strani servisa.

Broker komponenta ima odgovornosti da registruje (ili deaktivira registraciju) servise i klijente, nudi API-je prema klijentima i servisima preko kojih se vrši povezivanje na broker. Unutar brokera se obično implementira i obrađivač izuzetaka. Broker je koordinator poruka između servisa i klijenta, tj. preko njega se prosljeđuju zahtjevi i odgovori, te je odgovoran za pronalaženje odgovarajućeg resursa servisa na osnovu zahtjeva klijenta.

Proksiji na strani klijenta/servisa predstavljaju sloj između brokera i klijenta/servisa, respektivno. Zadatak im je da sakriju detalje implementacije od klijenta/servisa,

kao što su komunikacioni mehanizmi, pakovanje i raspakivanje zahtjeva i rezultata. Na sl. 2 prikazan je sekvencijalni dijagram jednog zahtjeva između registrovanih servisa i klijenta nakon inicijalnog logovanja klijenta na broker komponentu.



Slika 2. Sekvencijalni dijagram zahtjeva klijenta

Registracija servisa na broker se vrši tako što servis inicijalno šalje brokeru podatke o sebi, u formatu specficiranom u interfejsu prema servisima. Pored osnovnih elemenata: imena i šifre, servis je dužan da pošalje WADL dokument u kome se nalazi opis dostupnih metoda, odnosno resursa.

Registracija klijenta se vrši na isti način, osim što klijent ne šalje WADL dokument. Administrator broker komponente selektivno određuje koje servise, odnosno metode resursa klijent ima pravo da koristi.

5. SIGURNOST WEB SERVISIA PREKO BROKER KOMPONENTE

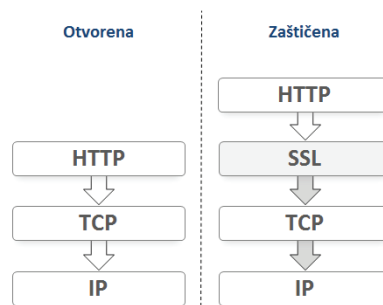
Kada je riječ o strani klijenta, broker obezbjeđuje autentifikaciju i autorizaciju preko komponente koja može biti realizovana kao servis, čime se stvara mogućnost implementacije komponente van brokera.

Broker pruža poseban interfejs prema ovom specijalizovanom servisu, te se od njega očekuju tačno određene operacije kao što su autentifikacija i autorizacija.

Sa strane servisa, broker, pored inicijalne registracije i odobrenja naloga, obezbjeđuje komunikaciju sa servisom preko token autentifikacije.

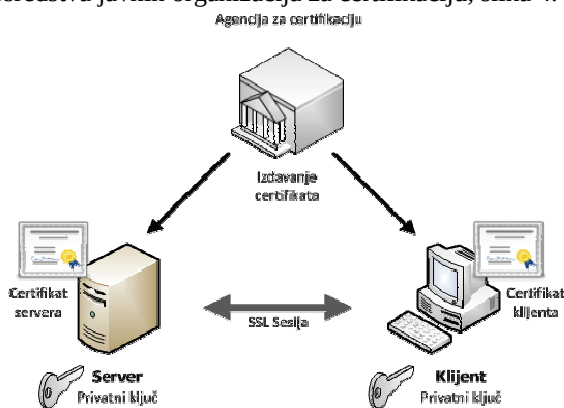
5.1. Osiguranje komunikacionih kanala

1993. godine, Netscape plasira sigurnosni sloj unutar Internet protokola (*Secure Socket Layer* – SSL) kao dodatni sloj koji pruža sigurnost pri komunikaciji, slika 3. [8].



Slika 3. Prikaz SSL sloja u arhitekturi Internet protokola

Danas je SSL podržan od strane svih Internet pretraživača i web servera, a osigurava zaštitu podataka koji se razmjenjuju putem Interneta kriptujući podatke RSA algoritmom (algoritam baziran na faktorisanju velikih brojeva). Sami ključevi se obično razmjenjuju putem posredstva javnih organizacija za certifikaciju, slika 4. [9]



Slika 4. Autentifikacija sa SSL-om

5.2. Token autentifikacija

Na sličan način kako je opisano proširenje sigurnosti tokenima RESTful servisa u [10], princip se može iskoristiti i u procesu autentifikacije između brokera i servisa. Autentifikacija pomoću tokena je najjednostavnija metoda za implementaciju. Proces se sastoji iz dvije faze:

- o generisanje jedinstvenog tokena od strane servisa;
- o broker šalje generisani token sa svakim prosljeđenim zahtjevom prema servisu.

Ova metoda u baznom obliku nije sigurna, jer se generisani token može kopirati i iskoristiti bez autorizacije, ali uz korišćenje dodatnih mehanizama, kao što je SSL protokol, pruža dobar stepen sigurnosti.

5.3. Selektivni pristup klijenta resursima servisa

Prilikom logovanja odobrenog klijenta na broker, broker autorizuje klijenta, a autentifikaciju vrši na osnovu administratorskih postavki, te generiše WADL na osnovu prava pristupa klijenta pojedinim metodama resursa servisa. Na ovaj način klijent nema svijest o postojanju različitih servisa u pozadini i kroz ovo se postiže tzv. transparentnost lokacije.

Broker otvara spektar mogućnosti implementacije različitih elemenata. Jedna od bitnih stvari, kada se govori o servis orijentisanim tehnologijama je kvalitet usluge servisa. Interoperabilnost između dva i više broker sistema je još jedna varijanta opisanog modela. Različiti broker sistemi mogu da međusobno komuniciraju i vrše interakciju ukoliko razumiju zajednički protokol za razmjenu poruka.

Interakcija između klijenata i servisa može biti koncipirana na dinamičkom modelu, što u opštem smislu može da znači da se servisi mogu ponašati kao klijenti u sistemu. Ovaj dinamički model interakcije se razlikuje od tradicionalnog klijent-server modela, gdje su uloge statički definisane. Sa stanovišta implementacije, klijenti se mogu posmatrati kao aplikacije, a serveri kao biblioteke, iako su moguće i druge implementacije. Bitno je napomenuti da klijenti ne moraju znati lokaciju servisa kome pristupaju. Ovo je bitna karakteristika, jer dozvoljava dodavanje novih servisa i migraciju postojećih servisa na druge lokacije, pa čak iako se sistem izvršava.

6. ZAKLJUČAK

Stek protokola *web* servisa obezbjeđuje mogućnosti za „čvrstu“ integraciju servisa, ali ne obezbjeđuje podršku na višem nivou neophodnu za brzu evoluciju distribuiranih sistema. Broker komponenta koja se u velikoj mjeri oslanja na sveprisutne protokole u *web* okruženju obezbjeđuje nezavisan razvoj pojedinih servisa i njihovu međusobnu interakciju. Kao takav, donosi niz prednosti i mana.

Prednosti:

- o *Transparentnost lokacije* – klijenti ne moraju da znaju gdje se nalaze servisi.
- o *Promjenljivost i proširivost komponenti* – Interno mijenjanje komponenti ne mijenja komunikacione mehanizme.
- o *Portabilnost* – u većini slučajeva dovoljno je da se broker komponenta i API portuju na novu platformu i klijenti i servisi rekonfiguriraju, umjesto da se ponovo implementira sva arhitektura.
- o *Interoperabilnost* – bridge šablon omogućava da različiti brokerski sistemi međusobno komuniciraju.
- o *Ponovno korišćenje* – Kada se implementiraju nove klijentske aplikacije moguće je funkcionalnost bazirati na postojećim servisima umjesto da se pišu novi.

Mane:

- o *Ograničena efikasnost* – zbog postojanja velikog broja dinamičkih slojeva dolazi do povećanja latencije zahtjeva.
- o *Tolarancija na otkaze* – ukoliko broker otkaze, sve aplikacije koje zavise neće moći da se izvršavaju uspješno.
- o *Testiranje i debugovanje* – debugovanje distribuiranih sistema je izuzetno zahtjevan zadatak, kako je teško otkriti izvor greške.

U ovom radu je prikazan bazni model broker šablona sa elementima sigurnosti, uz mogućnost proširenja istih. Pored toga, navedene su mogućnosti optimizacije pojedinih elemenata broker sistema u cilju poboljšanja kvaliteta usluge.

7. LITERATURA

- [1] A. S. Tanenbaum, D. J. Wetherall, Computer networks, 5th edition, Boston: Prentice Hall, 2011.
- [2] T. Rajendran, P. Balasubramanie, R. Cherian, „An Efficient WS-QoS Broker Based Architecture for Web Services Selection,“ *International Journal of Computer Applications*, t. 1, br. 9, pp. 110-115, 2010.
- [3] N. Harrison, P. Avgeriou, „Pattern-Driven Architectural Partitioning: Balancing Functional and Non-functional Requirements,“ u *Digital Telecommunications*, San Jose, CA, 2007.
- [4] D. Booth, C. K. Liu, „Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 0: Primer,“ W3C, 26 Jun 2007. [Na mreži]. Available: <http://www.w3.org/TR/wsdl20-primer/>. [Poslednji pristup 10 Avgust 2013].
- [5] M. Hadley, „Web Application Description Language,“ W3C, 31 Avgust 2009. [Na mreži]. Available: <http://www.w3.org/Submission/wadl/>. [Poslednji pristup 12 Avgust 2013].
- [6] R. T. Fielding, Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures, Irvine: University of California, 2000.
- [7] F. Buschmann, R. Meunier, H. Rohnert, P. Sornmerlad, M. Stal, A System of Patterns, 1st edition, West Sussex, England: John Wiley & Sons, 1996.
- [8] T. A. Stephen, SSL & TLS Essentials Securing the Web, New York: Wiley Computer Publishing, 2000.
- [9] H. Maruyama, N. Uramoto, K. Tamura, M. Murata, A. Clark, Y. Nakamura, R. Neyama, K. Kosaka and S. Hada, XML and Java: Developing Web Applications, Addison Wesley, 2002.
- [10] D. Kosmajac, V. Vujović, "Information systems security and security extension in Jersey RESTful framework", TELFOR 2012, pp. 1556-1559, ISBN 978-1-4673-2983-5, DOI 10.1109/TELFOR.2012.6419518, 2012

Kratka biografija:

Dijana Kosmajac je rođena 06.12.1988. godine u Sarajevu. Elektrotehnički fakultet, Univerziteta u Istočnom Sarajevu, odsjek za računarstvo i informatiku, upisala je školske 2007/2008. Osnovne akademske studije završila je 2011. godine. Na Elektrotehničkom fakultetu u Istočnom Sarajevu stupila je u radni odnos kao asistent 2011. godine. Diplomске akademske studije upisala je školske 2011/2012 na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

SAVREMENI PRISTUP U PROJEKTOVANJU ALGORITMA UPRAVLJANJA ELEKTRO-MOTORNOG POGONA PRIKAZAN NA PRIMERU POGONA ASINHRONE MAŠINE**NOVEL APPROACH IN DESIGNING CONTROL ALGORITHM FOR THE ELECTRIC MOTOR DRIVES VERIFIED ON THE ASYNCHRONOUS MOTOR DRIVE**

Miroslav Jević, Stevan Grabić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen postupak pri razvoju upravljačkih algoritama na primeru vektorskog upravljanja asinhronom mašinom. Takođe, predstavljen je savremeni način ispitivanja algoritama na digitalnom emulatoru, zatim i na stvarnom sistemu, uz upotrebu razvojno-kontrolnog okruženja. Pored samog testiranja, dati su postupci za određivanje parametara asinhronne mašine, kao i način finog podešavanja istih, u cilju postizanja što boljih preformansi.

Abstract – This paper presents a procedure for the development of control algorithms on the example of vector control induction machine. Also, paper presents modern way of testing algorithms on digital emulator, then on the real system, with the use of development-control environment. In addition to the testing procedures, are given procedure for determining asynchronous machine parameters, as well as a way of fine-tuning them, in order to achieve better performance.

Ključne reči: Asinhrona mašina, emulator, algoritam upravljanja, vektorska kontrola, Typhoon HIL, dSPACE.

1. UVOD

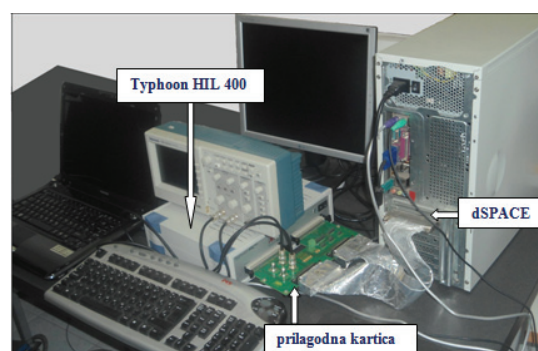
Tradicionalni pristup razvoju algoritama za pretvarače energetske elektronike podrazumeva ispitivanje kako svih delova, tako i gotovog algoritma na uređaju (sistemu) za koji je namenjen, ili na skaliranom modelu [1]. Ovakav pristup dovodi do mnogobrojnih poteškoća, kao što su: kvarovi prouzrokovani greškama u algoritmu, ne mogućnost zamene složenih sistema skaliranim modelom. Sve ovo može iziskivati veću količinu novčanih sredstava i vreme. Zato se pribegava testiranju algoritama na emulatoru. Emulator je u stanju da zameni ponašanje uređaja ili pak celog sistema, tako da se javlja mogućnost ispitivanja algoritma na njemu. Jedan takav emulator je Typhoon HIL⁴⁰⁰, prikazan na slici 1.

Dodatne pogodnosti donosi upotreba digitalnog kontrolnog sistema (u ovom slučaju dSPACE). Kompajliranjem projektovanog algoritama generiše se kôd za procesor. Ovo obezbeđuje korisniku slobodu da se usredsredi na dizajn samog procesa, ne kucajući ni jednu liniju kôda. Takođe za vreme kompajliranja mogu se detektovati greške u algoritmu i na jednostavan način ukloniti.

NAPOMENA:

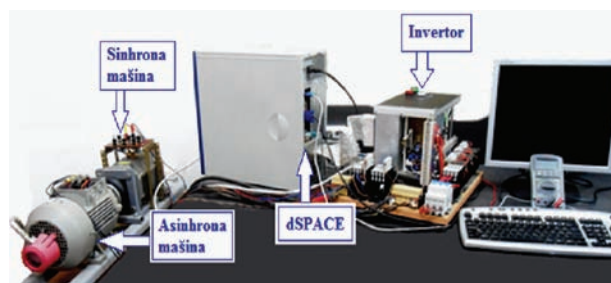
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Grabić.

Upotrebom alata za upravljanje izvršavanjem programa (dSPACE ControlDesk) dobija se mogućnost kontrole procesa. Kombinacijom digitalnog emulatora i razvojno-kontrolnog okruženja dobija se laboratorijsko razvojno okruženje, prikazano na slici 1.



Slika 1. Laboratorijsko razvojno okruženje.

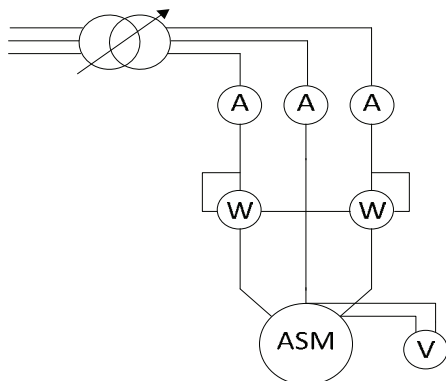
Dovršeni, a pritom potpuno funkcionalni algoritam je potrebno testirati i na stvarnom sklopu, uz podešavanje parametara od interesa. Naime parametri od značaja za dati sklop, unešeni u emulator, dobijaju se eksperimentalno. Pri tome neki se teško određuju i gotovo uvek odstupaju od stvarnih vrednosti. Na slici 2 je prikazan elektromotorni pogon upotrebljen za ispitivanje ispravnosti rada projektovanog algoritma. Pogon se sastoji od energetskog i upravljačkog dela. Energetski deo čine: trofazni inverter asinhrona i sinhrona mašina. Upravljački deo i u ovom slučaju predstavlja dSPACE sistem.



Slika 2. Izgled elektromotornog pogona.

2. ODREĐIVANJE PARAMETARA ASINHRONE MAŠINE

Da bismo odredili parametre ekvivalentne šeme asinhronne mašine, neophodne za primenu vektorskog upravljanja, potrebno je izvršiti dva oglada: ogled kratkog spoja i ogled praznog hoda. Na slici 3 je prikazana šema korišćena da bi se izvela ova dva oglada.



Slika 3. Šema potrebna za izvođenje oglada praznog hoda i kratkog spoja.

2.1. Ogled kratkog spoja

Ovaj ogled služi da bi se odredile otpornost rotora R_r (svedena na stator) i raspine induktivnosti statora L_{ys} i rotora L_{yr} (svedena na stator). Pre samog oglada potrebno je odrediti otpornost statora R_s , jedan način da se to uradi jeste UI metoda.

Opis oglada: Asinhrona mašina se postavi u kratak spoj pomoću kočnice (ovde je korišćena sinhrona mašina sa elektromag. kočnicom). Pomoću autotransformatora se podiže napon u malim koracima sve dok se ne dostigne nominalna vrednost struje. Prilikom ovog oglada se za svaku vrednost napona mere: linijske struje motora, linijski napon na motoru i ulazna aktivna snaga. Sve linijske veličine je potrebno transformisati u fazne i takve ih koristiti u proračunu.

U tabeli 1 su dati rezultati oglada (sve veličine su fazne) kao i izračunate vrednosti rotorske otpornosti i rasipnih induktivnosti.

Tabela 1. Rezultati oglada kratkog spoja

I_{ks}	U_{ks}	P_{ks}	R_r	L_{ys}
1.2	9.24	10	5.13	0.0053
2.4	18.76	26.67	2.82	0.01
3.7	30.02	58.3	2.448	0.0109
4.9	38.68	100	2.35	0.01068
5.7	45.206	136.67	2.397	0.0107
6.8	53.8	170	1.865	0.0111

Odabrana vrednost rasipnih induct. je $L_{ys} = L_{yr} = 0.0107$ H.

2.2 Ogled praznog hoda

Svrha ovog ugleda je određivanje međusobne induktivnosti između rotora i statora, odnosno induktivnosti magnećenja L_m , kao i proračun struje magnećenja I_m , koja služi za određivanje nominalne podužne komponente struje statora.

Opis oglada: Pomoću autotransformatora se menja vrednost napona napajanja asinhrona mašine. Ogled se započinje sa nominalnom naponom i spušta se u koracima sve do naglog porasta struje, tada se ogled prekida. Pri tome, za svaku vrednost napona se mere sledeće veličine: linijski napon motora, linijske struje i ulazna aktivna snaga. Sve linijske veličine je potrebno transformisati u fazne i takve ih koristiti u proračunu.

U tabeli 2 dati su rezultati oglada (sve veličine su fazne) kao i izračunate vrednosti struje i induktivnosti magnetisanja.

Tabela 2. Rezultati oglada praznog hoda

I_{ph}	U_{ph}	P_{ph}	L_m	I_m
1.3	116	70	0.3069	1.152
1.65	145.5	67	0.28078	1.581
1.65	152.4	73.3	0.2958	1.5746
1.85	161.66	86.67	0.2763	1.78
2	175	80	0.2708	1.971
2.2	182.4	81	0.2522	2.198
2.35	193	90	0.2494	2.35
2.95	210	95	0.2104	3.021
3.45	221	160	0.1879	3.528
3.5	226	115	0.18788	3.61

Odabrana vrednost induct. magnećenja je $L_m = 0.2522$ H.

3. ALGORITAM ZA REGULACIJU STATORSKIH STRUJA

Upravljački algoritam sa PI strujnim regulatorima poprečne i podužne komponente statorske struje prikazan je na slici 4. Blokovi *Interrupt driven subsystem* **MERENJE** i *Strujna petlja* služe za definisanje brzina izvršenja operacija za procesor. Sve operacije koje trebaju da imaju istu periodu (učestanost) izvršavanja smeštaju se u isti blok. U blokovima *PWM-Interrupt* i *Timer B Interrupt* se definišu periode izvršenja, i oni obezbeđuju prekidne (*Interrupt*) rutine jednake periodama odabiranja PWM-a i strujne petlje. Pored ovih blokova se nalaze i blokovi *Master IO Sync Setup* za sinhronizaciju ulaza/izlaza i *MASTER ENCODER SETUP* za specifikaciju dva kanala za enkoder. Namena bloka *ISM_jedinica* je da obezbedi prenos faktora ispune, definisanih u SVPWM bloku, na inverter. Još jedan blok koji je bitno spomenuti jeste *OCITAVANJE_STANJA*. U njemu su definisane greške koje se mogu javiti tokom rada, a to su: podnapon i prenapon jednosmernog međukola, podstruja elektromagnetne kočnice i prekostruja struje statora, greška enkodera, greška integrisanog kola (*IRAM*) u pretvaraču, greška *dSPACE* sistema. Takođe ovde se nalazi i informacija da li je moguć rad pretvarača. Ovaj blok je nebitan za emulaciju, međutim neophodan je prilikom rada sa pravim uređajima.

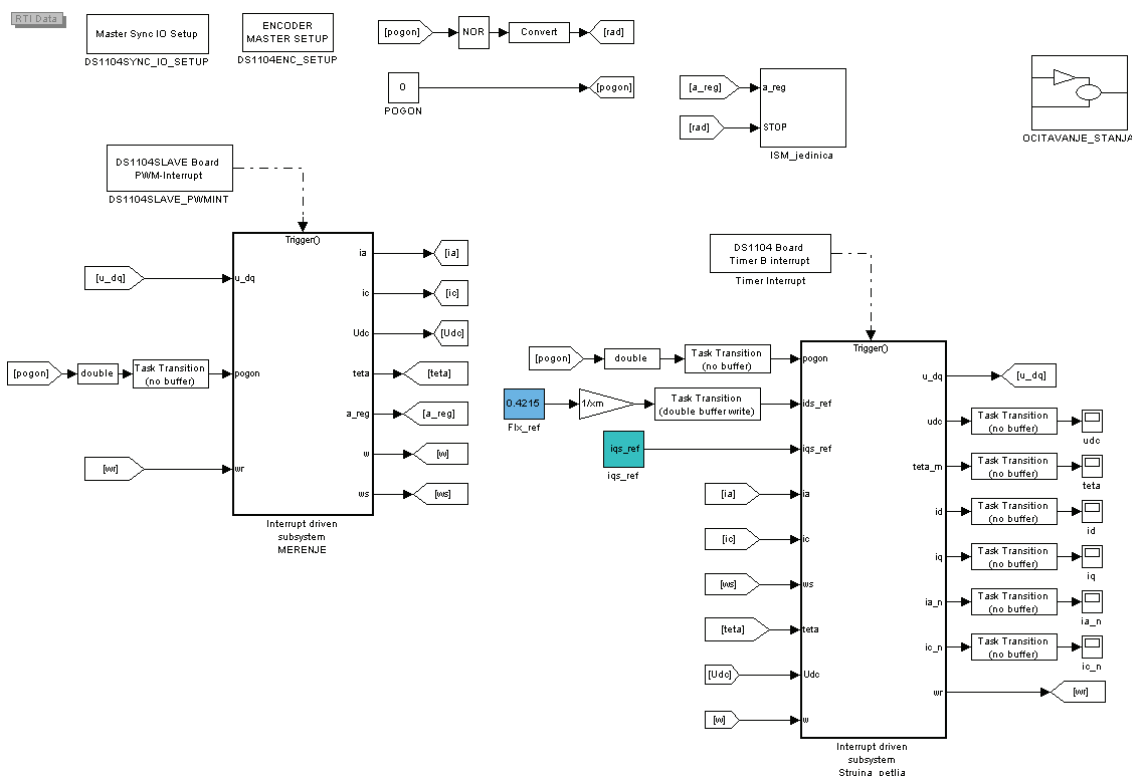
4. ISPITIVANJE RADA ALGORITMA ZA REGULACIJU STATORSKIH STRUJA

Posmatraju se sledeće veličine: stvarna i referentna vrednost q-komponente struje statora (i_q), brzina obrtanja (ω_m).

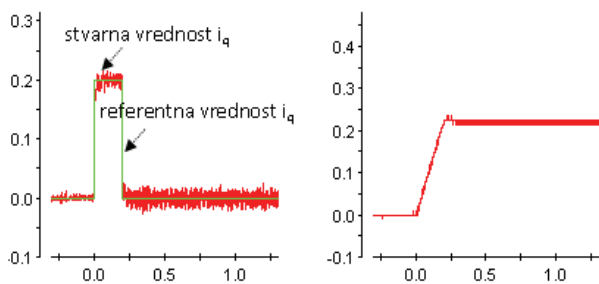
4.1. Algoritam primenjen na emulatoru

Referenca q-komponente je zadata u vidu odskočne funkcije vrednosti 0.2 r.j. tajanja od 0.2 s.

Sa slike 5 vidi se aperiodični odziv q-komponente struje statora, što pokazuje dobru podešenost parametara regulatora. Brzina nakon završene reference i_q zadržava dostignutu vrednost, razlog tome je trenje koje je izuzeto pri simulaciji.

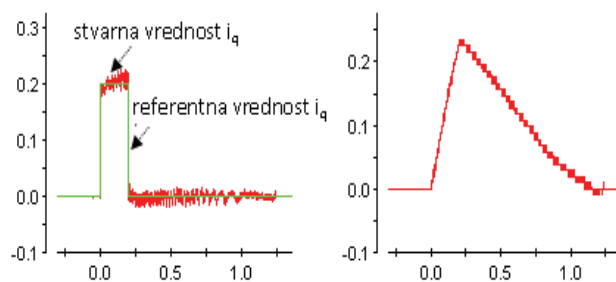


Slika 4. Izgled algoritma za regulaciju komponenti statorske struje.



Slika 5. Poprečna (q) komponenta struje (levo), brzina obrtanja (desno).

rada algoritma na emulatu. Nakon dovođenja zadate reference na nultu vrednost, pogon usporava usled trenja i zaustavlja se.



Slika 6. Poprečna (q) komponenta struje (levo), brzina obrtanja (desno).

4.2. Algoritam primenjen na stvarnom pogonu

U ovom delu rada će biti prikazano ponašanje pogona (asinhrona mašina mehanički povezana sa sinhronom) upravljanog prethodno prikazanim algoritmom.

Naime, primenjen je isti upravljački sklop ostvaruje algoritam upravljanja, prethodno razvijen primenom emulatora.

Potrebno je istaći jedinu razliku: zbog različitih opsega kojima su ograničeni analogni signali na dSPACE sklopu i emulatu bilo je potrebno promeniti faktore pojačanja unutar dela algoritma koji obrađuje merenja bitnih veličina u kolu.

-Referenca q-komponente je zadata u vidu odskočne funkcije vrednosti 0.2 r.j. tajanja od 0.2 s.

Sa slike 6 vidi se aperiodičan odziv q-komponente koja praktično prati referencu, čime je kao i prethodnom slučaju potvrđena ispravna podešenost parametara regulatora ove komponente, usvojena nakon testiranja

5. ALGORITAM ZA REGULACIJU BRZINE OBRTANJA

Algoritam upravljanja brzinom obrtanja rotora dat je na slici 7. Dobijen je nadogradnjom algoritma za regulaciju struja statora (slika 4). Pored blokova navedenih u prethodnom delu sadrži podsistem *Brzinska_petlja* namenjen regulaciji brzine.

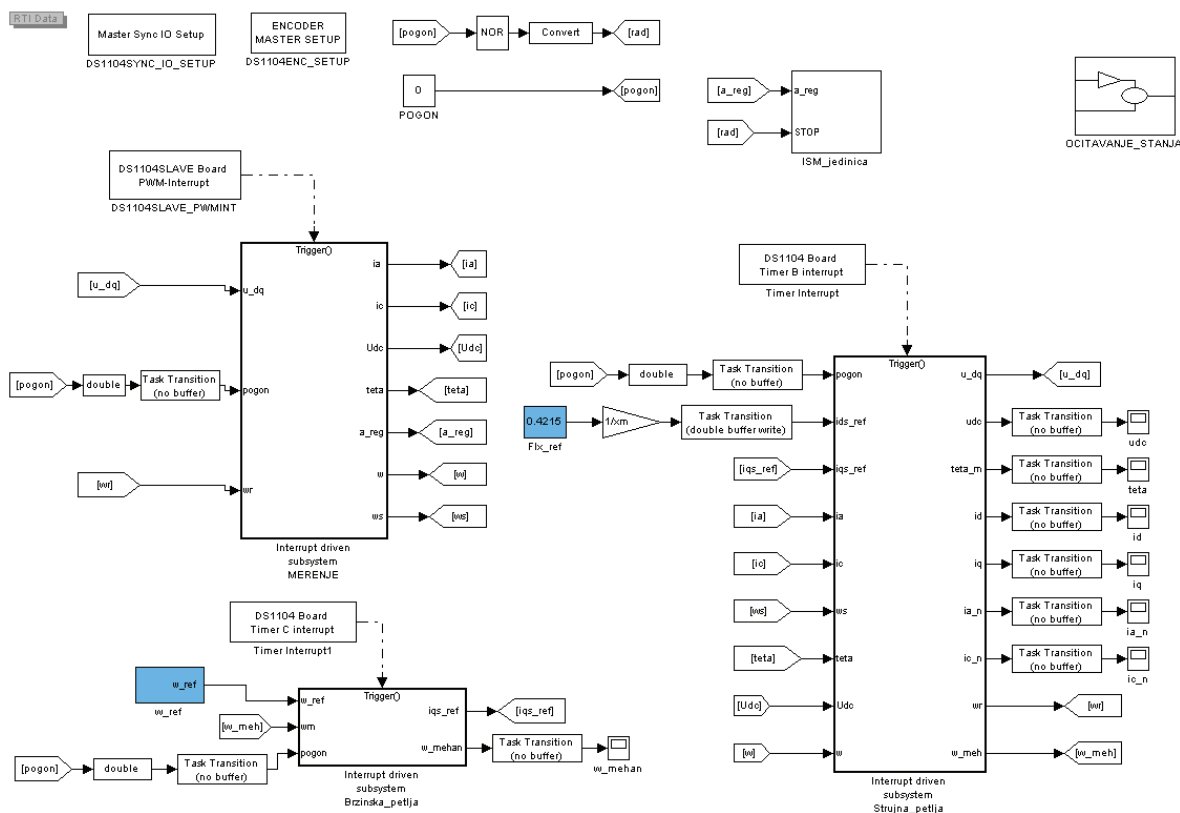
Ulaz podsistema *Brzinska_petlja* predstavljaju merena i referentna brzina, dok je izlaz referenca poprečne komponente struje statora.

6. ISPITIVANJE RADA ALGORITMA ZA REGULACIJU BRZINE OBRTANJA

Posmatraju se sledeće veličine: stvarna i referentna vrednost q-komponente struje statora (i_q), stvarna i referentna vrednost brzine obrtanja (ω_m).

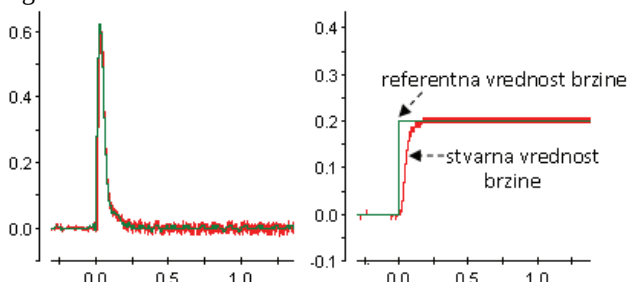
6.1. Algoritam primenjen na emulatu

-Referentna vrednost brzine iznosi 0.2 r.j.



Slika 7. Izgled algoritma za regulaciju brzine obrtanja rotora.

Zajedno sa skokom brzine, dolazi i do skoka referentne, kao i merene vrednosti poprečne komponente statorske struje koja razvija elektromagnetni momenat potreban za ubrzavanje. Nakon dostizanja zadate brzine obe vrednosti struje padaju na nulu, jer je zanemareno trenje prilikom simulacija. Sa slike 8 vidi se aperioidičan odziv brzine, što govori o dobro podešenim parametrima brzinskog regulatora.

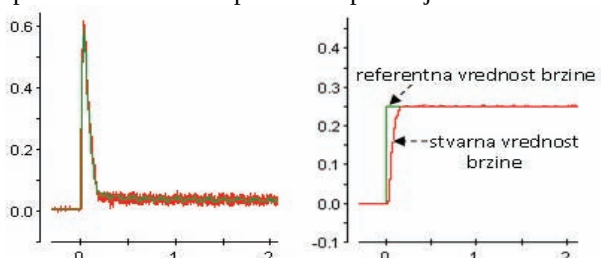


Slika 8. Poprečna komponenta struje sa referencom (levo), brzina obrtanja (desno).

6.2. Algoritam primenjen na stvarnom pogonu

-Referentna vrednost brzine iznosi 0.25 r.j.

Kao što se može videti sa slike 9, odziv brzine je aperioidičan baš kao i prilikom ispitivanja sa emulatorom.



Slika 9. Poprečna komponenta struje sa referencom (levo), brzina obrtanja (desno).

Sa slike 9, se može primetiti da nakon dostizanja zadate brzine, q-komponenta statorske struje zadržava neku malu vrednost, razlog ovome su pre svega gubici usled trenja, koji se moraju pokriti.

7. ZAKLJUČAK

Kako je prikazano u prethodnom radu [1], okruženje dSPACE i emulator Typhoon HIL⁴⁰⁰, predstavljaju moćnu kombinaciju prilikom razvoja algoritma upravljanja. Njih je moguće povezati tako da zajedno čine celokupan pogon- energetski i upravljački deo. Tako je u ovom radu pokazano da dobijeni rezultati ispitivanja algoritama načinjeni emulatorom, ne odstupaju od onih dobijenih ispitivanjem na stvarnom pogonu. Odnosno, iz rezultata testiranja može se uvideti sposobnost emulatora da emulira stvarni sistem, uprkos promenama parametara koje se dešavaju tokom rada u stvarnim mašinama.

8. LITERATURA

[1] Miroslav Jević, *Razvoj upravljačkog algoritma za pogon sa asinhronim motorom, uz primenu Typhoon-HIL emulatora i dSPACE razvojnog okruženja*, diplomski rad, FTN Novi Sad, 2013.

Kratka biografija:

Miroslav Jević, rođen je u Bihaću 1989. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2013.god.

Stevan Grabić, rođen je u Novom Sadu 1972. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2011. Oblasti interesovanja su energetska elektronika i upravljanje energetskim pretvaračima.

IZAZOVI U KOLABORATIVNOJ ANOTACIJI VIDEO ZAPISA

CHALLENGES IN COLLABORATIVE VIDEO ANNOTATION

Aleksandar Gajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu pažnja je posvećena anotaciji video zapisa. Ustanovljen je njen značaj prilikom rukovanja multimedijalnim podacima. Prikazane su njene prednosti u rešavanju raznih problema, sa kojima se susreću korisnici. Opisana je struktura projekta za anotiranje video zapisa, koja se sastoji od dve celine, serverske i klijentske. Prikazan je opšti model rešenja, kao i implementacija koja se može primeniti u praksi. Opisana je demonstracija gotovog rešenja, gde je objašnjeno kako se uz pomoć korisničkih komentara može vršiti anotiranje.

Abstract – In this paper, attention is given to video annotation. It has been presented how annotation helps in handling multimedia data. It shows how using annotation helps to develop an appropriate approach to solving various problems faced by user. The structure of the project of video annotation is described, which consists of two parts, server and client. It describes the solutions general model, and implementation that can be applied in practice. Demonstration of the final product is shown, which demonstrates how with the help of user comments annotating could be made.

Ključne reči: Anotacija, video, pretraživanje

1. UVOD

Pojavom web servisa za deljenje i pregled video zapisa poput YouTube-a, DailyMotion-a i drugih, njihova popularnost poslednje decenije je naglo porasla. Postali su uobičajen način deljenja video sadržaja iz najraznovrsnijih oblasti poput obrazovanja, filmske i muzičke industrije, advertajzinga, kućnih videa, video blogova itd. Kako korisnici računara koriste ove servise kao primarni izvor informisanja, ulaganja u njihov dalji napredak postala su prioritet. Jedna od važnijih mogućnosti koje bi znatno olakšale pregled video zapisa jeste i mogućnost anotiranja video zapisa – dodavanje markera koji obeležavaju pojedine sekvence video zapisa od značaja.

Video anotacija predstavlja dodavanje semantičkih i vizuelnih karakteristika samom sadržaju video zapisa, odnosno dodavanje deskriptora. Ovi deskriptori daju dodatne informacije vezane za video sadržaje i tako omogućavaju lakšu pretragu.

U ovom radu je prikazan razvoj jednog sistema za anotaciju video zapisa unutar web browser-a. Proces razvoja je detaljno opisan od početne ideje do konačne

implementacije u programskom kodu. Prikazan je opšti model rešenja, kao i implementacija koja se može primeniti u praksi. Problem koji je programski rešavan je iz oblasti multimedijalnih sistema, koja se između ostalog bavi i problemima video anotacija. Osnovni cilj je prikazati kako se uz pomoć web tehnologija može obezbediti anotacija video zapisa.

U nastavku rada pažnja je posvećena opisu anotacije, šta ona predstavlja, koja joj je uloga, kao i zadovoljenju potreba iste. Zatim je fokus stavljen na opis modela i strukture rada, kao i korišćenje prethodno pomenutih tehnologija za razvoj samog softverskog rešenja. I na kraju rada je opisana demonstracija gotovog rešenja, gde je objašnjeno kako se uz pomoć korisničkih komentara može vršiti anotiranje.

2. ANOTACIJA VIDEO ZAPISA

Video anotacija ima za cilj da dodeli nekoliko semantičkih i vizuelnih karakteristika samom sadržaju video zapisa. To predstavlja dodavanje deskriptora, odnosno dodavanje osnovnih informacija za video sadržaj. U današnje vreme ovakav vid anotiranja dobija sve više na značaju, jer se pomoću njega lakše pronalazi željena slika ili video zapis iz velikog broja dostupnih izvora.

Anotacija video zapisa se koristi od strane autora ili korisnika za proširivanje video zapisa dodatnim informacijama. Video sadržaj se može učiniti još zanimljivijim i interesantnijim dodavanjem anotacija, gde se mogu izdvojiti određeni segmenti video zapisa i za njega vezati određeni komentari, slike ili linkovi. Ovakav vid anotiranja je zanimljiv za korisnika jer može izdvojiti deo koji je predmet njegovog interesovanja.

2.1. Potreba za anotacijom

Video anotacija se odnosi na ekstrakciju informacija o video zapisu. Dodavajući ove informacije na video zapis unapređujemo: pretraživanje, analiziranje, pronalaženje, poređenje i kategorizaciju.

Potreba za anotacijom se javlja usled nedovoljnih informacija koje prate određeni video zapis. Pojedini video zapisi ne sadrže dovoljno osnovnih informacija i oni se mogu upotpuniti dodavanjem anotacija. Uvođenjem anotacija određene informacije se serviraju krajnjem korisniku u unapred specificiranim vremenskim intervalima (na određenim frejmovima).

2.2. Tehnike koje se koriste za anotiranje video sadržaja

U ranim fazama, anotiranje video sadržaja unošeno je ručno od strane korisnika. Različiti softveri su dostupni za komentarisanje video sadržaja, koji se svode na ručno dodavanje anotacija. Ovakav vid anotiranja zahteva veliki

NAPOMENA:

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

napor, što je dovelo do potrebe za automatskim tehnikama anotiranja. U daljem radu su opisane neke od tehnika automatskog anotiranja video sadržaja.

2.2.1. Savršeno konzistentno anotiranje i obogaćivanje video sadržaja snimljenih mobilnim uređajima

Sistem pruža korisnicima, da u realnom vremenu, automatski generišu tagove koji su vezani za njihov trenutno snimljeni video sadržaj. Ova tehnika unutar centralizovanog servera upoređuje ključne frejmove video zapisa sa raspoloživom bazom podataka na internetu. Na osnovu ovog poređenja vraćaju se tagovi koji mogu biti vezani za dati video zapis.

U toku anotiranja u realnom vremenu, šalju se upiti i zahtevi pretraživačkim serverima i rezultat se vraća nazad do korisnika mobilnih uređaja. Ova tehnika anotiranja je potpuno bez nadzora. To ne ograničava vokabular tagovanja kao što je slučaj u nadziranom modelu učenja.

2.2.2. Polu-automatsko anotiranje video sadržaja

Da bi efikasno i precizno anotirali video sadržaje, predložena je ontologija deskriptora, koja je uvela strategiju za polu-automatsko anotiranje. Ona koristi različite tehnike obrade video sadržaja da pomogne pri istrazi kontekst video sadržaja ili scenarija za anotiranje. Video algoritam detekcije scene spaja vizuelni deo i semantiku.

Video zapisi su predstavljeni koristeći hijerarhiju koja se sastoji od pet slojeva (video, scena, grupa, snimak i okvir), od vrha do dna u povećanju granularnosti za sadržaj izražavanja. Tako se video sadržaj opisuje pomoću četiri sadržajna deskriptora:

- Video deskriptor – daje taksonomije kompletnih video zapisa,
- Deskriptor grupa – daje događaj informacija, odnosno informacije o srodnim snimcima koji imaju slične vizuelne informacije,
- Deskriptor snimka – daje informacije o različitim akcijama u snimku, i
- Deskriptor okvira – daje informacije o objektima koji su prisutni u jednom kadru.

2.2.3. Pristup za otkrivanje teksta i natpisa u video sadržaju

U ovoj metodi, ugao pristupa je zasnovan da otkrije tekst i natpis iz video sadržaja. Nekoliko diskriminativnih funkcija se koriste za opisivanje teksta regiona, koji se formiraju na uglovima tačaka. Algoritam se koristi za detekciju pokretnih natpisa, čime se pokretne karakteristike dobijaju optičkim tokom i kombinovane su sa tekstualnim mogućnostima tako da detektuju pokretne obrasce natpisa. Drvo odluke se usvaja da nauči kriterijume klasifikacije.

Tekst regioni su opisani sa diskriminativnim karakteristikama, od toga su formirani netekstualni regioni po ugaonim tačkama pojavljivanja u pozadini, koji se mogu efikasno filtrirati. Tekst i natpis u video sadržaju ponekad pružaju direktne informacije o podacima, vremenu, lokaciji, nazivu i slično. Dakle, tekst i natpis u video sadržaju takođe pomažu u anotiranju video zapisa.

3. PROJEKAT SISTEMA ZA VIDEO ANOTACIJU

Projekat je podeljen na dve osnovne celine. Jednu predstavlja serverska strana (u daljem tekstu: *back office*),

a drugu klijentska. *Back office* je urađen u ASP.NET tehnologiji i uz pomoć Umbraco CMS-a. Klijentska strana je zasnovana na *javascript* radnom okviru AngularJS. U ovom delu će biti opisana struktura i model samog projekta dok će u narednom poglavlju biti reči i o implementaciji programskog koda.

3.1. Back office

Back office je urađen uz pomoć Umbraco CMS-a. Sve stranice i podaci se čuvaju u njemu i odatle se serviraju. Sam *back office* kao startno okruženje pruža dosta olakšanja programerima. Njegovom upotrebom programeru je olakšan rad sa bazom podataka, jer on odradi celokupan posao.

Umbraco CMS je napisan u ASP.NET-u i da bi mogao da ispuni sve zahteve potrebno ga je proširiti dodatnim C# kodom. U ovom projektu proširenje je izvedeno jednim *Visual Studio Solution*-om koji je sastavljen od četiri projekta, i to *Web*, *Business*, *Common* i *Entities*. *Web* projekat je glavni projekat ovog rešenja (eng. *solution*) i u njemu se nalaze svi neophodni fajlovi za pokretanje *web* sajta, kao i Umbraco CMS-a. Prilikom buildovanja celog *solution*-a svi dll-ovi ostalih projekata se kopiraju u ovaj projekat i postaju mu dostupni.

U *Web* projektu je od ključnog značaja klasa *Services*, u kojoj se nalaze svi *web* servisi neophodni za rad klijentske strane i koji daju potpunu funkcionalnost sistemu za video anotiranje. Sledeći projekat je projekat *Entities* u kome su definisane stranice sajta koje se čuvaju u *back office*-u. Treći projekat je *Common* u kome se nalaze dve klase *Constants* i *UIHelper*. *Constants* kao što joj i samo ime kaže služi za čuvanje konstanti, koje se često koriste širom sajta kao na primer koliko će se stranica prikazati korisniku na jednoj stranici. Dok *UIHelper* pomaže oko prikaza samih podataka. Krajnji projekat u ovom rešenju je *Business* projekat. Sastavljen je od dva dela. Prvi deo je *Helpers* koji sadrži pomoćne klase za obradu podataka, a drugi deo su *Models* koje sadrže klase za sve potrebne modele podataka.

3.1.1. Web servisi

Web servisi proširuju *World Wide Web* infrastrukturu i pružaju načine da se povežu dve ili više softverskih aplikacija, pri tome nevođeci računa u kojim tehnologijama su aplikacije razvijane. To je slučaj u ovom radu, gde postoji *back office* razvijan u ASP.NET-u i klijentska aplikacija u *javascript*-u.

3.2. Klijentska aplikacija

Klijentska aplikacija predstavlja aplikaciju koja se izvršava na korisničkoj strani. Za *web* sajtove ovakve aplikacije su pisane u *javascript*-u. U ovom projektu je korišćen AngularJS, radni okvir, za razvoj klijentske aplikacije koji je i sam napisan u *javascript*-u.

AngularJS pruža podršku za razvoj *single page web* aplikacije. Single page sajtovi predstavljaju sajtove koji fizički sadrže samo jednu HTML stranicu, a pomoću *javascript* koda se renderuje određeni sadržaj i na osnovu *hash tag*-ova simulira promena rute. Svaku promenu rute *javascript* kod detektuje i učitava novi set podataka i DOM elemenata. Ovim postupkom, korisnik ima utisak da je došlo do promene stranice, iako se on i dalje nalazi na istoj. Detaljnije o samom kodu i funkcionisanju

AngularJS-a biće pomenuto u narednom poglavlju, dok je trenutna sfera interesovanja struktura tog rešenja.

Struktura klijentske aplikacije je podeljena u dve glavne celine. Prvu čine parcijalni delovi stranica, napisani HTML-om, sa dodatkom AngularJS atributa i elemenata. Svaki ovaj parcijalni HTML predstavlja jednu stranicu sajta. Kao što je pomenuto, sama aplikacija sadrži samo jednu stranicu. Unutar ove stranice definisane su celine koje su zajedničke za sve stranice. U te celine spadaju footer, header i sam centralni kontejner koji služi za renderovanje ostalih stranica. U centralnom kontejneru je definisana specijalna direktiva AngularJS-a koja je zaslužna za renderovanje parcijalnih HTML-ova. Ova direktiva je „*ngView*”. Unutar DOM elementa koji sadrži datu direktivu, biće umetnut kompletan sadržaj parcijalnih HTML-ova.

Drugi deo je sačinjen od samih *javascript* datoteka koje čine šrž aplikacije. Ove datoteke su podeljene u četiri grupe. U prvoj gupi se nalazi glavna datoteka, *app.js*, koja objedinjuje sve ostale. U njoj su definisane rute, koje povezuju određeni *hash tag* sa određenim kontrolerom koji implementira specifični parcijalni HTML. Na ovaj način su dobijene nezavisne stranice unutar jedne osnovne. U drugoj grupi su smešteni kontroleri. Svaki kontroler je zadužen za renderovanje jedne stranice. Treća grupa su servisi. Oni služe za dobavljanje podataka sa serverske strane i njihovu dodatnu manipulaciju. I poslednju, četvrtu grupu, čine korišćene biblioteke, među kojima se nalazi i sama AngularJS biblioteka, kao i JQuery biblioteka za manipulaciju DOM elementima.

4. POSTUPAK REALIZACIJE PROJEKTA I IMPLEMENTACIJA

Implementacija modela je vršena u programskom jeziku ASP.NET. On je pogodan jezik za implementaciju opisanog modela, jer je u pitanju čist objektno orijentisan jezik. Dodatno, ASP.NET ima svoje biblioteke za izradu *web* aplikacija i *web* servisa, što olakšava razvoj (nema potrebe za uvođenjem nezavisno razvijenih biblioteka, već jezik podržava svu neophodnu funkcionalnost). Treba napomenuti, da je model moguće implementirati u bilo kom objektno orijentisanom jeziku. Pored ASP.NET-a korišćen je i AngularJS *javascript* radni okvir, koji je namenski razvijen za razvoj klijentskih aplikacija. Podržava mehanizme za rutiranje i pruža bidirekionalnu vezu sa DOM elementima, što znači da kada se promeni neka vrednost *javascript* promenljive, ona se automatski izvršava i nad DOM elementom. Ova bidirekionalna veza u velikoj meri redukuje pisanje samog koda i olakšava posao, jer se više ne moraju manuelno menjati DOM elementi i voditi računa kada će se, i kako će se izmeniti. Još jedna bitna stvar koju pruža AngularJS je pisanje testing kontrolera.

4.1. Realizacija back office-a

Back office je realizovan u ASP.NET-u i koristi se Umbraco CMS. Kada se počinje sa implementiranjem aplikacije u nekom CMS-u, uvek se polazi od kreiranja *DocumentType*-ova. Oni opisuju koje *property*-je će određena stranica imati i kog tipa su ti *property*-ji. Pored opisa *property*-ja koje će stranice sadržati, moguće je definisati koje stranice će biti „deca“ ove stranice. Na ovaj način se kreira hijerarhija celokupnog sajta.

Glavna spona između klijentske i serverske aplikacije su *web* servisi. Kada klijentska strana pošalje serveru AJAX zahtev, ovakav poziv prihvata odgovarajući *web* servis koji je naveden u AJAX pozivu. Zatim parsira poslate parametre i na osnovu njih, primenom određene logike, doprema podatke i šalje ih nazad klijentskoj strani u JSON formatu (slika 1).

```
[WebMethod]
[ScriptMethod(UseHttpGet = false, ResponseFormat = ResponseFormat.Json,
XmlSerializeString = false)]
public string GetVideoPageComments(string videoId)
{
    List<Comment> comments = new List<Comment>();
    int videoID = 0;
    if (Int32.TryParse(videoId, out videoID))
    {
        Video video = ContentHelper.GetByNodeId<Video>(videoID);
        comments = ContentHelper.GetChildren<Comment>(videoID);
        comments = comments.OrderByDescending(c => c.CommentDate).ToList();
    }

    List<CommentModel> commentModels = new List<CommentModel>();
    foreach (Comment comment in comments)
    {
        commentModels.Add(new CommentModel(comment));
    }

    JavaScriptSerializer serializer = new JavaScriptSerializer();
    return serializer.Serialize(commentModels);
}
```

Slika 1. Servis za dopremanje komentara video stranice

4.2 Realizacija klijentske aplikacije

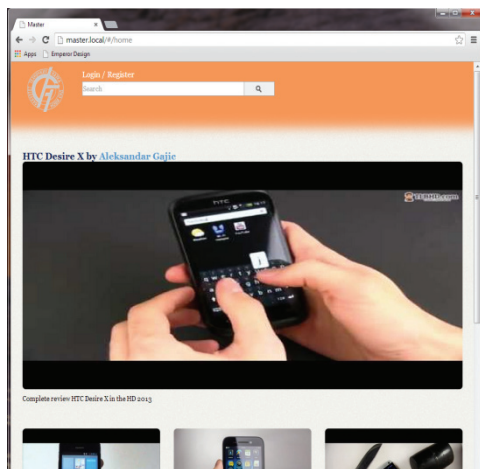
Prilikom realizacije klijentske aplikacije počinje se od deklarisanja angular *modul*-a u jednu promenljivu, u ovom slučaju promenljivu „*Master*“, preko koje će se sve dalje izvršavati. Ovaj modul se deklarise tako što se pozove „*angular.module*“ funkcija i proslede joj se dva parametra. Prvi parametar je naziv aplikacija, dok je drugi parametar niz naziva pomoćnih modula koji će biti potrebni u razvoju aplikacije. Posle ove deklaracije neophodno je iskonfigurisati rute. Rute definiše „*\$routeProvider*“, tako što se za svaku rutu navede njena putanja, *templateUrl* koji predstavlja putanju do parcijalnog HTML-a i naziv kontrolera koji je zadužen za obradu tog parcijalnog HTML-a. Na kraju se poziva „*run*“ funkcija koja obavlja određene taskove pre samog pozivanja kontrolera, odnosno ovaj kod se izvršava kada korisnik pristupi sajtu pre renderovanja bilo koje stranice. Ovde je pogodno odraditi neku logiku, koja je neophodna za inicijalizaciju samog rešenja.

Za *Home* stranicu se koristi „*DashboardController*” koji je odgovoran za renderovanje stranice. Pošto je prethodno deklarisan, promenljiva „*Master*” sadrži funkciju „*controller*” koja služi za kreiranje kontrolera. Slično kao i kod deklarisanja modula, kontroler se kreira tako što se proslede dva parametra funkciji „*controller*”. Prvi je naziv kontrolera, a drugi je niz naziva pomoćnih servisa koje će taj kontroler koristiti. Pored AngularJS-ovih servisa (*\$scope*, *\$rootScope*) moguće je uključiti i servise koji su definisani u kodu.

5. DEMONSTRACIJA RADA WEB SITE-A

Prilikom dolaska na sajt, otvara se *Home* stranica koja predstavlja početnu stranicu sajta. Na stranici je odmah uočljiv glavni video i još devet koji su poslednji postavljeni. Na vrhu stranice se nalaze dva linka, jedan za logovanje postojećeg korisnika, a drugi za registrovanje novog korisnika sajta. Korisnici koji nisu ulogovani mogu koristiti većinu funkcionalnosti sajta osim dodavanja novog video zapisa na sam sajt. Pored ovih linkova nalazi

se i polje za unos teksta pomoću kojeg je moguće vršiti pretragu samog sajta. Na glavnom delu stranice se nalaze slike koje su vezane za video materijal kao i kratak opis video zapisa. Klikom na neku od slika otvara se video stranica na kojoj je moguće pogledati dati video sadržaj i ostaviti svoj komentar.



Slika 2. Prikaz Home stranice

Prilikom otvaranja Video stranice automatski se pokreće video zapis. Ispod njega se nalazi pun opis video zapisa koje je ostavio korisnik, kao i datum kada je isti postavljen na sajt. Na dnu stranice se nalazi deo posvećen komentarima. Sa leve strane se nalaze polja za unos, čijim se popunjavanjem može ostaviti komentar na video zapis. Sa desne strane se nalaze svi komentari koji su ostavljeni za dati video.

Za ostavljanje komentara postoje dva polja za unos teksta. Prvi je „Name“ polje gde korisnik ostavlja svoje ime, a drugo polje je za komentar. Pored njih se nalazi još i polje za čekiranje pomoću kojeg se ovaj komentar vezuje za određeni video frejm. Ovakav komentar počinje sa vremenskim intervalom na početku poruke, čijim se klikom video prebacuje na određeni frejm i na video zapisu se ispisuje taj komentar. Svaki komentar ima svoje zaglavlje u kome je ispisano ime korisnika koji je komentar ostavio kao i kada je on ostavljen.

Sajt podržava pretragu video stranica. To je moguće izvesti jednostavnim kucanjem željenog teksta u *input* polje na vrhu stranice.

Korisnik je u mogućnosti da ostavlja svoje video zapise, a ne samo da gleda i komentariše druge. Da bi dobio ovu mogućnost korisnik prvo treba da ima svoj nalog na sajtu. Da bi kreirao svoj nalog dovoljno je da klikne na link „Register“ na vrhu bilo koje stranice i otvoriće mu se nova stranica gde će moći da se registruje svoj nalog. Popunjavanjem svih potrebnih polja kreiraće se novi nalog. Ukoliko korisnik ima kreiran nalog onda je dovoljno da ode na „login“ stranicu čiji se link takođe nalazi na vrhu stranice. Otvara se nova stranica u kojoj je potrebno da unese korisnička *email* adresa i odgovarajuća lozinka. Kada se korisnik uloguje redirektuje se na svoju stranicu, gde može da vidi sve video sadržaje koje je on postavio. Ova stranica mu je uvek dostupna preko linka, koji se nalazi u zaglavlju svake stranice i to pod nazivom „My videos“. Jednostavnim klikom na taj link korisnik se redirektuje na ovu stranicu.

6. ZAKLJUČAK

Glavna uloga anotacija je da gledaocima naglase neke elemente koje bi možda prevideli, kao i utiske koje je video ostavio na druge gledaoce. Pruža mogućnost pretraživanja gde anotacija pomaže semantičkoj pretrazi video zapisa, kao i poređenja sa drugim materijalom. Pojedini video zapisi ne sadrže dovoljno osnovnih informacija i oni se mogu upotpuniti dodavanjem anotacija.

U ovom radu je pokazano kako se može razviti sistem za anotaciju video sadržaja unutar *web browser*-a. Prikazana je primena savremenih tehnologija, kako na nivou opšteg modela, tako i u konkretnoj implementaciji u programskom jeziku. Pokazano je kako primena anotacije daje novu dimenziju video zapisima, i proširuje sam video zapis.

Pokazano je kako može da izgleda implementacija po modelu, i neke specifičnosti same implementacije. Predstavljeni su problemi koji su pratili izradu rada, kao što je bio problem sa rukovanjem video zapisa i izazovima koji su pratili vezivanja anotacija za određene frejmove, i njihovo rešenje. Prevazilazeći ove probleme, dobijeno je fleksibilno, opšte programsko rešenje za podršku anotacije video zapisa.

Ovaj rad predstavlja gotovo rešenje, koje pruža korisniku mogućnost da ostvari izazove u kolaborativnoj anotaciji video zapisa. Tema bi se u daljem radu mogla dodatno proširiti uvođenjem novih oblika anotiranja. U radu je podržana tekstualna anotacija, koje bi moglo da uključuje i multimedijalni deskriptor video zapisa. Ovi deskriptori bi mogli da sadrže i linkove ka drugim materijalima kao što su slike, video zapisi, audio zapisi i drugo.

7. LITERATURA

- [1] Daniel R. Goldman, *A Framework for Video Annotation, Visualization, and Interaction*, University of Washington, 2007
- [2] Google, „Superheroic JavaScript MVW Framework“, <http://www.angularjs.org>, Glavna stranica sajta o AngularJS-u
- [3] Microsoft, „MSDN – the Microsoft Developer Network“, <http://msdn.microsoft.com/en-US/>, Glavna stranica Microsoft developer network-a
- [4] Sampada S. Wazalwar, *A Survey on Video Annotation Techniques*, G. H. Raisoni College of Engineering, Nagpur, India, 2013
- [5] Khushboo Khurana, M. B. Chandak, *Study of Various Video Annotation Techniques*, RCOEM, Nagpur, India, 2013

Kratka biografija:



Aleksandar Gajić rođen je 24. decembra 1984. godine u Tuzli. Gimnaziju je završio u Kruševcu školske 2003/2004. godine. Iste godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, smer Računarske nauke i informatika. Položio je sve ispite predviđene planom i programom.

SISTEMI ZA KORIŠĆENJE GEOTERMALNE ENERGIJE SYSTEMS FOR USE OF GEOTHERMAL ENERGY

Milan Matić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je data analiza sistema za korišćenje geotermalne energije. Pod korišćenjem geotermalne energije podrazumeva se grejanje i hlađenje raznih objekata, kako stambenih tako i poslovnih kao i dobijanje električne energije iz geotermalne. U uvodu je dat pregled potencijala geotermalne energije, prednosti kao i nedostaci korišćenja, opisani su razni sistemi za grejanje/hlađenje geotermalnom energijom, proizvodnja električne energije a na kraju je dat i pregled tržišta u Vojvodini.

Abstract – This paper provides an analysis of the system for the use of geothermal energy. Under the use of geothermal energy means heating and cooling of various buildings, both residential and commercial and generate electricity from geothermal. The introduction provides an overview of the potential of geothermal energy advantages and disadvantages of the use, described the various systems for heating / cooling geothermal energy, electricity and finally an overview of the market in Vojvodina.

Ključne reči: Geotermalna energija, sistemi, grejanje, hlađenje, električna energija

1. UVOD

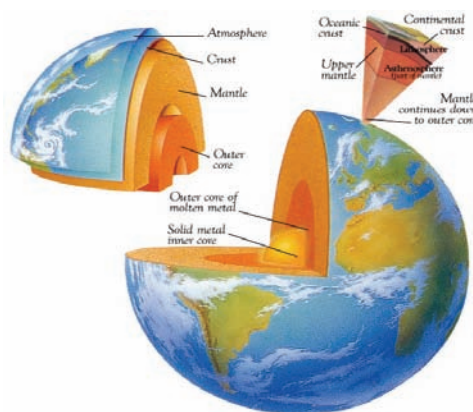
U poslednjih nekoliko decenija potreba čovečanstva za električnom energijom je sve veća. Stalni porast populacije za sobom donosi i konstantno veće potrebe za energijom i čovečanstvo je u kontinuiranoj potrazi za izvorima energije koji bi pokrili energetske potrebe. Sve intenzivnije korišćenje energije dovodi do problema da su pojedini izvori energije ograničenog trajanja i da neće biti raspoloživi zauvek. Trenutno svet pokriva svoje energetske potrebe uglavnom neobnovljivim izvorima energije, većinom fosilnim gorivima ugljem, naftom i prirodnim gasom. Potrebna su istraživanja novih energetskih izvora koji obuhvataju efikasnije korišćenje energije vetra, sunca, korišćenje geotermalnih potencijala, bezbednije korišćenje nuklearne energije i korišćenje preostalih prirodnih resursa energije (talasa, plime i oseke, malih neiskorišćenih vodenih tokova, energije biomase itd.). I dok se u svetu već daleko odmaklo u primeni ovih vidova energije, naročito u najrazvijenijim zemljama, u Srbiji je sve tek u razvoju. Poseban akcenat stavljen je na korišćenje geotermalne energije. Geotermalna energija se, u komercijalne svrhe, u svetu koristi poslednjih 70 godina. Teritorija Republike Srbije, u tom smislu, raspolaže izuzetno velikim potencijalom, s

obzirom na to da je njena specifična geotektonska i geološka struktura determinisala nastanak značajnog broja geotermalnih hidrotermalnih izvora.

U Evropi su postavljeni veoma visoki ciljevi u pogledu primene obnovljivih izvora energije i smanjenja emisije štetnih gasova. Geotermalna energija je najpogodnija za ostvarenje tih ciljeva i zbog toga je jedina od svih obnovljivih izvora energije u nekoliko evropskih zemalja ušla u zakonsku obavezu korišćenja za zagrevanje novih zgrada.

Ispod Zemljine površine nalaze se ogromne zalihe toplotne energije - geotermalna energija. Naziv geotermalno dolazi od grčkih reči geo, što znači zemlja i therme, što znači toplota. Geotermalna energija je toplotna energija koja se stvara u Zemljinoj kori polaganim raspadanjem radioaktivnih elemenata, hemijskim reakcijama ili trenjem pri kretanju tektonskih masa. Količina takve energije je tako velika da se može smatrati skoro neiscrpnom, zbog toga jer se voda obnavlja pomoću kiša, a toplota se konstantno regeneriše unutar jezgra Zemlje pa je prema tome geotermalna energija obnovljivi izvor energije.

Geotermalni resursi nalaze se u širokom spektru dubina, od plitkih površinskih do više kilometara dubokih rezervoara vruće vode i pare. Čak i nekoliko kilometara ispod površine, temperatura može biti preko 250 °C, a u principu poraste za jedan stepen °C svakih 30 - 50 metara dubine nezavisno od lokacije. Osnovni medij koji prenosi toplotu iz unutrašnjosti na površinu je voda ili para, a ta komponenta obnavlja se tako da se voda od kiša probija duboko po raspuklinama i tamo se onda zagreva i cirkuliše nazad prema površini, gde se pojavljuje u obliku gejzira i vrućih izvora. Zemlja ima nekoliko slojeva i oni su prikazani na slici 1.1. Osnovni su spoljašnja čvrsta kora (Crust), tekući omotač-plač (Mantle), spoljašnje tekuće jezgro (Outer Core) i unutrašnje čvrsto jezgro (Inner Core).



Slika 1.1. Slojevi zemljine kore

NAPOMENA:

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

Potencijal geotermalne energije je ogroman, ima je 50.000 puta više od sve energije koja se može dobiti iz nafte i gasa širom sveta. Geotermalni resursi nalaze se u širokom spektru dubina, od plitkih površinskih do više kilometara dubokih rezervoara vruće vode i pare koja se može dovesti na površinu i iskoristiti. U nekim zemljama se geotermalna energija koristi već hiljadama godina u svrhu banjskog i rekreativno-lekovitog kupanja. Ipak, razvoj nauke nije se ograničio samo na područje lekovitog iskorišćavanja geotermalne energije, već je usmerio i prema procesu dobijanja električne energije, kao i za grejanje domaćinstava i industrijskih postrojenja. Grejanje zgrada i iskorištavanje geotermalne energije u procesu dobijanja struje, glavni su ali ne i jedini načini iskorišćavanja te energije. Glavni nedostatak prilikom iskorišćavanja geotermalne energije je da nema puno mesta na svetu koja su izuzetno pogodna za eksploataciju. Najpogodnija su područja na rubovima tektonskih ploča, tj. područja velike vulkanske i tektonske aktivnosti. Prosečna temperatura svih geotermalnih izvora u Srbiji je 47,9°C. Od toga, 14 lokaliteta ima prosečnu temperaturu višu od 100°C. Najvećim toplotnim potencijalom u Srbiji odlikuju se geotermalni izvori u Vranjskoj Banji (150 °C).

2. MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA ZA DOBIJANJE TOPLOTNE ODNOSNO ELEKTRIČNE ENERGIJE

Najčešći načini korišćenja geotermalne energije su topli izvori, bušotine i toplotne pumpe.

Hidrogeotermalni potencijal, topli izvori su najviše korišćen potencijal u svetu i kod nas. Razlozi su jednostavni: Prirodni izvori su u prethodnom periodu privedeni nameni i pri daljem korišćenju potrebna su sredstva samo za održavanje i adaptaciju dodavanjem novih atraktivnih sadržaja. U nekim zemljama u svetu koje vode računa o energiji i turizmu neprekidno se ulaže u banjska lečilišta i sportsko-rekreativne i turističke centre. To su zemlje u kojima se ulaže privatni kapital koji je podstaknut da se investira u energetske efikasne ekološki opravdane i turistički atraktivne projekte.

Eksploatacija geotermalne energije iz bušotina je nešto skuplja, ali kada se uzmu u obzir dugovečnost takvog energetskog izvora, supstitucija fosilnih goriva i očuvanje prirode, onda je korist velika za investitora, za lokalnu zajednicu i za državu u celini. Bitno je samo da sve tri strane vide svoju korist i da se angažuju na realizaciji svakog takvog projekta.

Toplotne pumpe su rashladne mašine koje prenose toplotnu energiju iz jednog prostora u drugi tako što jedan prostor rashlađuju, a drugi prostor zagrevaju. Da bi se ostvario prenos toplotne energije potrebno je da se uloži određena, najčešće, električna energija za rad kompresora. Suština i glavni razlog za primenu toplotnih pumpi leži u njihovoj efikasnosti: za prenos toplotne energije troši se samo 20 - 30 % prenete energije.

Geotermalna voda, odnosno njena toplota, danas se širom sveta većinom koristi direktno, što znači bez pretvaranja u neki drugi oblik energije, a manje za proizvodnju električne energije. Direktna upotreba toplotne energije zamenjuje energente koji onečišćuju vazduh i okolinu. Direktno korišćenje geotermalne energije može se primeniti u razne svrhe, što se vidi iz prikaza u odnosu na temperaturni raspon. Najčešća upotreba je za grejanje prostora, energija geotermalnog izvora se ili direktno ili

preko izmenjivača topline (zavisno od čistoće geotermalnog fluida) dovodi do potrošača topline. Za potrebe dogrevanja ili potrošnje u vršnim satima koriste se toplotne pumpe ili kotlovi na klasična goriva. Najviše je zastupljeno grejanje zgrada, stanova ili celih naselja. U ovakvim sistemima za grejanje vruća voda se iz proizvodne bušotine preko pumpe dovodi direktno u sistem za grejanje ili izmenjivač topline.

Kod indirektnog sistema grejanja vruća voda u izmenjivaču topline predaje svoju toplotu drugom cirkulacionom krugu, u kojem je neki fluid ili gradska voda. Ona ima toplotu Q, te kroz sekundarni krug cevi dolazi do korisnika. Geotermalna voda, nakon što je predala svoju toplotu odvodi se iz izmenjivača topline i pomoću utisne pumpe vraća se nazad u ležište kroz utisnu bušotinu.

3. KLASIFIKACIJA RAZNIH REŠENJA

Grejanje i/ili hlađenje objekata energijom tla se vrši pomoću sistema sa toplotnom pumpom. U eksploataciji ovi sistemi su vrlo ekonomični jer je potrošnja električne energije za 3 – 4 puta manja od toplotnog konzuma objekta koji se greje. Međutim investicioni troškovi mogu da budu povećani zbog izrade bušotine i izmenjivača topline koji se smešta u bušotinu, tako da ovi uređaji zahtevaju pažljivo projektovanje i montažu.

3.1. Geotermalni sistemi

Geotermalni sistemi funkcionišu na osnovu sakupljanja prirodno generisane topline iz zemljine unutrašnjosti pomoću sistema cevi ispunjenih tečnošću koje transportuju toplotu do objekta, gde se ona oslobađa. Tokom toplog perioda godine sistem funkcionise obrnuto i transportuje toplotu iz objekta u zemljinu unutrašnjost. Ova tehnologija se može koristiti i za grejanje vode u domaćinstvima. Postoje dve osnovne vrste geotermalnih sistema, sa otvorenom i zatvorenom petljom.

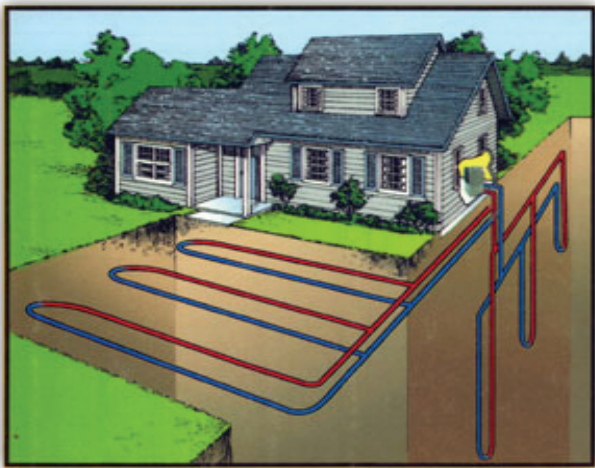
Sistemi sa otvorenom petljom koriste se u slučajevima kada su dostupne odgovarajuće količine podzemnih voda, koje se pumpaju u cevi iz arterskog bunara i koriste se za grejanje/hlađenje nakon čega se voda vraća u bunar ili neku drugu vodenu masu. Pri implantaciji ovog sistema mora se voditi računa da se ispoštuju svi lokalni propisi vezani za korišćenje i odlaganje vode. Na rad ovih sistema u velikoj meri može da utiče suša. Na slici 3.1. dat je primer geotermalnog sistema sa otvorenom petljom.



Slika 3.1.1. Geotermalni sistem sa otvorenom petljom

Kod sistema sa zatvorenom petljom koristi se zatvorena mreža cevi u kojoj se nalazi voda ili mešavina glikola

koja ne dolazi u kontakt sa podzemnim vodama, već se ona cirkulacijom kroz tlo, u svakom ciklusu zagreva/hladi i na taj način greje/hladi objekat. Postoje dve vrste instalacija u tlu kod sistema sa zatvorenim petljom. Na mestima gde postoji dovoljno dvorišnog prostora, jeftinije je koristiti horizontalnu petlju koja zahteva manju dubinu kopanja. Na mestima gde raspoloživa površina nije dovoljno velika ili iz drugih razloga nije moguće implementirati horizontalnu petlju, kao alternativu koristi se vertikalna petlja. One zahtevaju složeniju opremu prilikom kopanja jer se cevi moraju postaviti na najmanje 60 m dubine. Na slici 3.2. prikazana je skica geotermalnog horizontalnog i vertikalnog sistema sa zatvorenim petljom:



Slika 3.1.2. Geotermalni sistem sa zatvorenim petljom: horizontalni i vertikalni

3.2. Proizvodnja električne energije

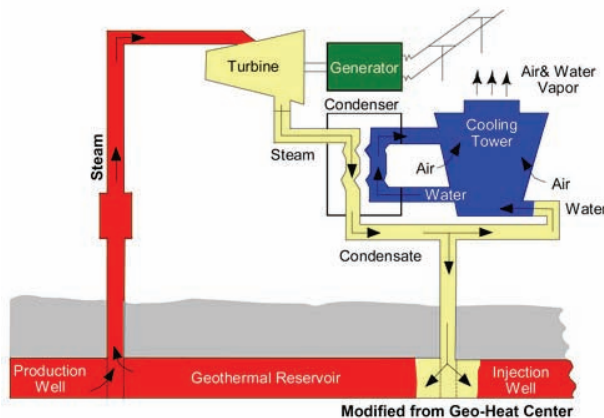
Jedan od najzanimljivijih oblika iskorišćavanja geotermalne energije je proizvodnja električne energije. Geotermalna elektrana je ista kao i svaka druga elektrana, osim što se para ne proizvodi sagorevanjem fosilnih ili drugih goriva, već se crpi iz zemlje pa nema niti štetnih emisija gasova u atmosferu. Dalji postupak sa parom je isti kao kod konvencionalne elektrane: para se dovodi do parne turbine, i pod visokim pritiskom ta para pokreće generator. Nakon turbine para odlazi u kondenzator, kondezjuje se, da bi se tako dobijena voda vratila nazad u geotermalni izvor. Za proizvodnju električne energije se koriste sledeći tipovi geotermalnih elektrana:

- Klasičan ciklus sa suvom parom,
- Flash-steam elektrane,
- Elektrane sa binarnim ciklusom.

Princip suve pare (Dry steam) – koristi se izuzetno vruća para, obično iznad 235 °C (445 °F). Ta para se koristi za direktno pokretanje turbine generatora. Ovo je najjednostavniji i najstariji princip i još uvek se koristi, jer je to daleko najjeftiniji princip generisanja električne energije iz geotermalnih izvora. Koriste se suva ili pregrejana para sa pritiscima višim od atmosferskog pritiska, direktno iz ležišta bogatog parom. Para se, dakle, može direktno iz proizvodne bušotine dovoditi u turbinu i nakon ekspanzije ispuštati u atmosferu. Ovakav direktni ciklus bez kondenzacije je najjednostavniji i najjeftiniji opcija za proizvodnju električne energije iz geotermalne energije. Primjenjuju se u slučajevima kada para sadrži veliki udeo nekondenzovanih gasova. Kod postrojenja sa

kondenzacijom, para se kondenzuje na izlazu iz turbine i hladi u konvencionalnim rashladnim tornjevima. Nastali kondenzat može se koristiti u rashladnom sistemu elektrane i utiskivati nazad u ležište. Na taj način ležište se obnavlja, te se održava potreba pritisak. Prosečna snaga postrojenja sa suvom parom je 39 MW.

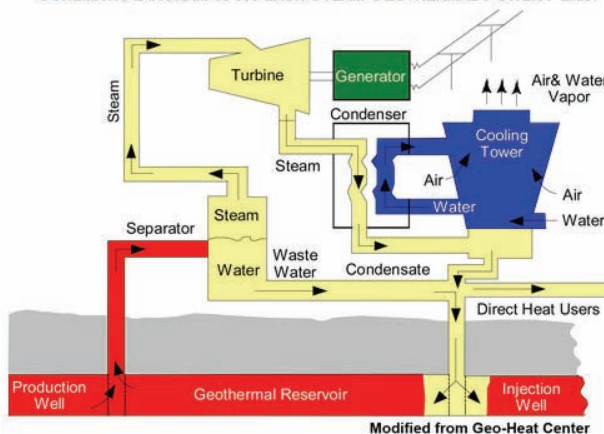
SCHEMATIC DIAGRAM OF A DRY STEAM GEOTHERMAL POWER PLANT



Slika 3.2.1. Šematski diagram geotermalne elektrane sa suvom parom

Princip separiranja pare (Flash steam) – koristi se vruća voda iz geotermalnih rezervoara, koja je pod velikim pritiskom i na temperaturama iznad 182 °C (360 °F). Pumpanjem vode iz tih rezervoara prema elektrani, na površini smanjuje se pritisak, pa se vruća voda pretvara u paru i pokreće turbine. Voda koja se nije pretvorila u paru vraća se nazad u rezervoar zbog ponovne upotrebe. Većina modernih geotermalnih elektrana koristi ovaj princip rada. U vodom dominantnim ležištima primenjuje se tehnologija geotermalnih elektrana s isparavanjem. Energent je, u ovom slučaju, voda pod pritiskom. Budući da je pritisak u bušotini obično niži od pritiska u ležištu, voda pod pritiskom u bušotini struji prema površini. Kao posledica pada pritiska, određeni deo vode isparava i bušotina istovremeno daje toplu vodu i paru, s tim da je voda dominantnija. Stoga se ta ležišta takođe nazivaju i ležišta s vlažnom parom. Proizvodnja električne energije iz ovih polja se ostvaruje pomoću isparavanja geotermalnog fluida u jednom ili nekoliko isparivača na površini. Jedinичne snage se kreću od 3 do 90 MW, dok je prosečna snaga 28,1 MW po jedinici.

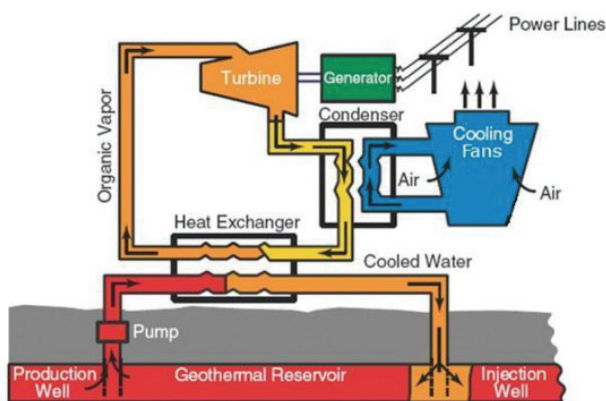
SCHEMATIC DIAGRAM OF A FLASH STEAM GEOTHERMAL POWER PLANT



Slika 3.2.2. Šematski diagram flash steam geotermalne elektrane

Binarni princip (Binary cycle) – Voda koja se koristi i kod binarnog principa je hladnija od vode koja se koristi kod ostalih principa generisanja električne energije iz geotermalnih izvora. Kod binarnog principa, vruća voda se koristi za grejanje tečnosti koja ima znatno nižu temperaturu vrelišta od vode, a ta tečnost isparava na temperaturi vruće vode i pokreće turbine generatora. Prednost tog principa je veća efikasnost postupka, a i dostupnost potrebnih geotermalnih rezervoara je mnogo veća nego kod ostalih postupaka. Dodatna prednost je potpuna zatvorenost sistema, budući da se upotrebljena voda vraća natrag u rezervoar, pa je gubitak toplote smanjen, a gotovo da i nema gubitka vode. Većina planiranih novih geotermalnih elektrana koristiće ovaj princip. Princip koji će se koristiti kod izgradnje nove elektrane zavisi od vrste geotermalnog izvora energije, tj. od temperature, dubine i kvaliteta vode i pare u odabranoj regiji. U svim slučajevima kondenzovana para i ostaci geotermalne tečnosti vraćaju se nazad u bušotinu i time se povećava izdržljivost geotermalnog izvora. Prosečna snaga po jedinici je mala, samo 1,8 MW, mada dolaze u eksploataciju i jedinice sa snagama 7 - 10 MW s tzv. naprednim ciklusom.

Binary Cycle Power Plant Example



Slika 3.2.3. Šematski diagram geotermalne elektrane sa binarnim ciklusom

4. TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA

Svaka ekonomska analiza razmatra dve osnovne materijalne (finansijske) veličine:

- investicione troškove koji predstavljaju novac potreban za realizaciju projekta,
- profit (razlika između prihoda i eksploatacionih troškova).

Tehno - ekonomski proračun pokazuje da li je opravdano iskorišćavanje nisko temperaturske geotermalne energije za grejanje/hlađenje ili proizvodnju električne energije. Ukoliko se investicija vraća za nekoliko godina investiranje je opravdano.

Analiziran je primer primene geotermalne toplotne pumpe voda - voda za grejanje srednje izolovanog objekta površine 200 m². Proračunska investicija u agregat zasnovan na gasnom kotlu je bila 6050,75 € a na Artel toplotnu pumpu je bila 9810,05 €. S obzirom da se investitor odlučio za grejanje objekta putem podnog razvoda cevi, uz činjenicu da se naplata utrošene električne energije obavlja merenjem na srednjem

naponu, pokazalo se da je 6,9 puta jeftinije grejanje pomoću Artel toplotne pumpe voda-voda HP-12HC u odnosu na gas. Na ovaj način se razlika cene toplotne pumpe i gasnog kotla vraća već posle druge grejne sezone.

4.1. Geotermalne karakteristike Vojvodine

Geotermiski gradijent na području Vojvodine – određen je na osnovu podataka o izmerenim temperaturama u 70 hidrogeotermalnih bušotina i u 126 bušotina izbušenih za potrebe istraživanja nafte i gasa. Geotermiskim gradijentom naziva se promena temperature sa dubinom.

Temperatura na dubini od 500 m na području Vojvodine varira u rasponu od 34,2 °C do 43,6 °C, u proseku 38,2 °C, temperatura na dubini od 1000 m za teritoriju Vojvodine varira u rasponu od 57,5 °C do 73,5 °C, a na dubini od 2000 m varira u rasponu od 95 °C do 120 °C. Prema iskustvenim kriterijumima, samo oko 25 % potencijalnih hidrogeotermalnih resursa može se praktično iskoristiti, te shodno tome, potencijalni raspoloživi hidrogeotermalni resursi teritorije Vojvodine, do dubine od „samo“ 1200 m, iznose oko 1 EJ ($\approx 24 \times 10^6$ tEN). O kakvim potencijalima je reč, najbolje ilustruje podatak da je prosečna ukupna godišnja potrošnja energenata u Srbiji u poslednjih pet godina iznosila oko 0,63 EJ ili približno oko 15×10^6 tEN.

5. ZAKLJUČAK

Korišćenje geotermalne energije i njenih resursa u Srbiji veoma je malo u odnosu na geotermalni potencijal. Na prvi pogled razlozi takvog stanja su nerazumljivi, pogotovo kada se uzme u obzir da su pojedini geotermalni lokaliteti među najboljim u Evropi i da je razvoj geotermalne tehnologije u Srbiji, počeo u isto vreme kao i u zemljama u kojima je danas geotermalna tehnologija na najvišem stepenu razvoja. Sa relativno malim investicionim ulaganjima, u odnosu na ulaganja u klasične ekološki nepovoljne uvozne i domaće energente (nafta, gas, uglj), čija eksploatacija i korišćenje stvara ogromne skrivene troškove, geotermalna energija može za nekoliko godina, tj. do 2015-e godine da pokrije 10% toplotne potrošnje. To su realni ciljevi prema iskustvima zemalja koje su imale ili imaju pravilan geotermalni razvoj.

6. LITERATURA

- [1] Vladimir Janković „Geotermalna energija: Kako iskoristiti skriveni potencijal Srbije“, Beograd 2009
- [2] Mogućnosti korišćenja energetskog potencijala geotermalnih voda u Vojvodini, FTN Novi Sad 2005
- [3] www.balkanenergy.com

Kratka biografija:



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

PERFOMANSE VIRTUOSO v6 SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE RDF PODATAKA**PERFORMANCE OF VIRTUOSO v6 RDF STORE**Robert Molnar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisan postupak Berlin SPARQL Benchmark [1] za merenje performansi RDF skladišta podataka i prodiskutovani su rezultati dobijeni eksperimentalnim merenjem performansi nad Virtuoso v6 [2] sistemom za skladištenje RDF podataka. Podaci korišćeni za eksperimentalno merenje su generisani pomoću bsbmtools-v0.2[3] skupa programa.

Abstract – This paper describes Berlin SPARQL Benchmark which is used to evaluate RDF stores performance and discusses the results obtained from experimental performance measurement of Virtuoso v6. The Data used for experimental measurements are generated using bsbmtools-v0.2 set of programs.

Ključne reči: berlin sparql benchmark, virtuoso v6, performanse, semantički web, rdf.

1. UVOD

Jedan od internet servisa, Veb, značajno je uspeo da preraste svoje tehnološke okvire postavši kulturni i društveni fenomen.

Sa napretkom tehnologije pojavila se potreba za integracijom podataka sa ciljem nalaženja često vrlo složenih informacija, pri čemu su podaci koje treba integrisati da bi se dobila informacija vrlo obimni i najčešće distribuirani na brojnim internet prezentacijama. Da bi se obezbedilo efiksano korišćenje ovih podataka (da se podaci ne bi prikupljali sa interneta svaki put kada nam zatrebaju), oni se smeštaju u baze podataka.

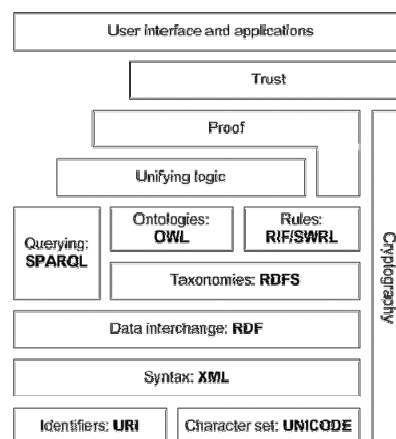
Kako Sematički Veb koristi veliki broj tehnologija, postoje razne mogućnosti pri izboru baze podataka. Za potrebe Semantičkog Weba razvijene su posebne vrste baza podataka nazvane RDF store. Služe za čuvanje i preuzimanje tripleta – osnovne jedinice za čuvanje RDF podataka koja se sastoji od subjekta, predikata i objekta.

Veoma je važno reći da su prateće tehnologije slojeva Semantičkog Weba, prikazane na slici 1, još uvek samo delimično realizovane.

U stvari, najviši slojevi su još uvek izuzetno daleko od relizacije; za neke slojeve čak nije u potpunosti jasno ni kako bi tačno trebali da izgledaju. Može se reći da je prvih pet slojeva podržano na prihvatljivom nivou, a samo tri prva nivoa u potpunosti.

Neke od osnovnih realizovanih tehnologija na koje se oslanja Semantički Veb jesu:

- UNICODE (Unique, Universal and Uniform character enCoding)
- URI (Uniform Resource Identifier)
- XML (eXtensible Markup Language)
- RDF (Resource Description Framework)
- RDFS (RDF Schema)
- OWL (Web Ontology Language)
- SPARQL (SPARQL Protocol And RDF Query Language)



Slika 1. Arhitektura Semantičkog Weba

Unicode je industrijski standard u oblasti računarstva koji obezbeđuje konzistentno kodiranje, prezentovanje i manipulisane teksta izraženog u većini svetskih jezika. Standard se primenjuje i u mnogim savremenim tehnologijama uključujući moderne operativne sisteme, XML, Java i .NET tehnologije.

URI predstavlja niz karaktera koji jedinstveno određuju resurs na internetu. URI reference mogu biti apsolutne i relativne. Razlika među njima je što apsolutne uvek označavaju isti resurs, dok resurs označen relativnom URI referencom zavisi od dokumenta iz kojeg se referencira ili od baznog dela URI reference koji se ili podrazumeva ili je negde specificiran. URI se može klasifikovati kao URL (Uniform Resource Locator) ili URN (Uniform Resource Name) ili kao oba. Dok URN definiše samo identitet resursa putem njegovog imena, URL specificira i načine kojima se na resurs može delovati i pribaviti njegova reprezentacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Zora Konjović.

XML je markerski (markup) jezik za opis podataka koji je i mašinski čitljiv, pored toga što je čitljiv i čoveku. Jednostavan je i predstavlja dominantan mehanizam za razmenu podataka na Vebu.

RDF je jezik za reprezentaciju informacija o resursima na Vebu, preciznije za zadavanje metapodataka (podaci o podacima) o resursima na vebu. Namenjen je za aplikacije koje će obrađivati informacije, a ređe se upotrebljava za prikaz korisnicima. Obezbeđuje opšti *framework* za izražavanje informacija tako da se one mogu razmenjivati bez gubitka tačnosti.

RDFS je jezik za opisivanje RDF rečnika i predstavlja semantičko proširenje RDF-a. Omogućava mehanizme za opisivanje grupa povezanih resursa i veza među njima. RDFS opisi rečnika se pišu u RDF dokumentu i služe da bi se odredile karakteristike resursa, kao što su klasa ili domen i opseg njihovih svojstava.

OWL je jezik za opisivanje ontologija koje formalno opisuju domen diskursa i predstavljene su konačnim skupom termina i relacija između njih. OWL se zasniva na RDF sintaksi i ima više verzija koje su različitih mogućnosti, pogotovo kada je u pitanju moć iskazivanja semantičkih relacija među terminima.

SPARQL je rekurzivna skraćenica naziva za skup specifikacija koje pružaju jezike i protokole za upit i manipulaciju sadržaja RDF grafova, bilo na internetu, bilo u bazama podataka. SPARQL QL je upitni jezik kojim se manipulišu i prikupljaju podaci sačuvani u RDF formatu. Standardizovan je od strane W3C [http://www.w3.org] organizacije i smatra se ključnom tehnologijom Semantičkog Veba. SPARQL Protokol je sredstvo kojim se SPARQL *Update* upiti prenose do aplikacija koje će te upite da obrade. SPARQL Update je upitni jezik za specifikaciju i izvršavanje izmena na RDF grafovima.

2. BERLIN SPARQL BENCHMARK

BSBM definiše skup testova za poređenje performansi sistema koji koriste SPARQL. Razvoj BSBM je baziran na slučajevima korišćenja elektronske trgovine u kojem brojne proizvode različitih proizvođača nudi više prodavaca, a kupci – recezenti mogu da daju svoj komentar na proizvode u ponudi.

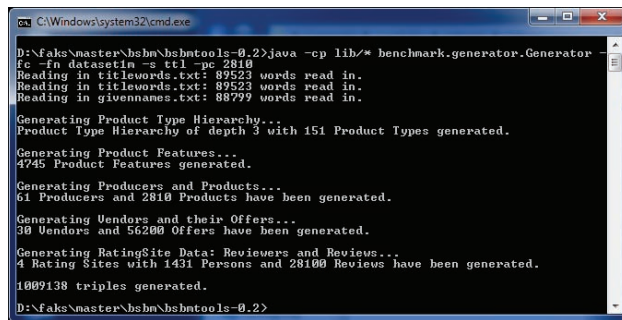
Verzija v3.1 [4] BSBM-a se sastoji od

- **Testnog skupa podataka** koji je skalabilan i čija veličina zavisi od faktora skaliranja. Postoje 3 modela za predstavljanje tih podataka
- **Tri miksa upita** kojima se mere performanse RDF skladišta podataka, u zavisnosti od upotrebljenog slučaja korišćenja.
- **Po tri reprezentacije testnih upita za svaki od mikseva upita.** Svaka od reprezentacija test upita koristi drugačiji model podataka
- **Metrike za merenje performansi,** zajedno sa pravilima izvođenja testa i merenja performansi.

Testni skup podataka

Testni skup podataka je jedan od elemenata BSBM-a. Skalabilan je i njegova veličina direktno zavisi od faktora

skaliranja kojeg zadaje korisnik prilikom generisanja skupa. Faktor skaliranja je ujedno i ukupan broj proizvoda koji se nude kupcima. Na slici 2 prikazano je generisanje testnog skupa koji sadrži nešto više od milion tripleta.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
D:\faks\master\bsbm\bsbntools-0.2>java -cp lib\* benchmark.generator.Generator
-fc -fn dataset1n -s ttl -pc 2810
Reading in titlewords.txt: 89523 words read in.
Reading in titlewords.txt: 89523 words read in.
Reading in givennames.txt: 88799 words read in.
Generating Product Type Hierarchy...
Product Type Hierarchy of depth 3 with 151 Product Types generated.
Generating Product Features...
4745 Product Features generated.
Generating Producers and Products...
61 Producers and 2810 Products have been generated.
Generating Vendors and their Offers...
30 Vendors and 56200 Offers have been generated.
Generating RatingSite Data: Reviewers and Reviews...
4 Rating Sites with 1431 Persons and 28100 Reviews have been generated.
1009138 triples generated.
D:\faks\master\bsbm\bsbntools-0.2>
```

Slika 2. Generisanje RDF skupa podataka

Explore slučaj korišćenja

Explore slučaj korišćenja je dizajniran tako da simulira kupca koji traži specifičan proizvod. Pretraga obuhvata ukupno 9 raličitih koraka od kojih se formira 12 upita. Miks upita za ovaj slučaj korišćenja ima 25 upita – svaki od upita bar jednom, osim upita 6 koji se više ne koristi.

Update slučaj korišćenja

Upiti oko *Update* slučaja korišćenja su dizajnirani da simuliraju posao operatera Internet prodavnice koji vrši ažuriranje podataka o nekim proizvodima. Operacije ažuriranja koje operater može da sprovede su:

1. Dodavanje novih proizvoda, recenzija i ponuda
2. Brisanje zastarelih ili netačnih ponuda

Od predstavljenih koraka formiraju se tačno 2 upita, a miksa upita ima 5 upita – upit 1 dva puta i upit 2 tri puta.

Business Intelligence slučaj korišćenja

Business Intelligence slučaj korišćenja je najkompleksniji slučaj korišćenja i simulaciju nezavisnih analitičkih upita nad skupom podataka. Postoji ukupno 8 koraka i dizajnirano je isto toliko upita koji se u miksu upita pojavljuju tačno jednom. Misk upita za dati slučaj korišćenja ima 2 režima rada: Drill-down režim i režim permutacije upita.

Drill down režim rada podrazumeva da svaki upit koji ima vrstu proizvoda kao parametar bude ponovo izvršen sve dok se ne prosledi vrsta produkta koja se nalazi na dnu hijerarhije. Zbog ovoga, razlike u vremenu izvršavanja istog upita mogu biti i do 1000 puta jer vreme izvršavanja zavisi od prosleđenih argumenata.

U režimu permutacije upita, upiti se izvršavaju nasumično, svaki u svojoj programskoj niti u višekorisničkom režimu rada.

3. REZULTATI MERENJA PERFORMANSI VIRTUOSO v6 SISTEMA ZA SKLADIŠTENJE RDF PODATAKA

Za merenje performansi *Virtuoso v6* sistema za skladištenje RDF podataka upotrebljen je Berlin SPARQL Benchmark postupak. Izvršena su dva merenja

(TEST A i TEST B), sa skupovima podataka različite veličine i na različitim računarima.

TEST A

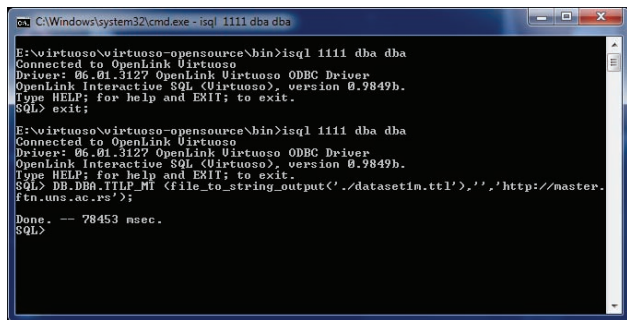
Ovim testom su izmere performanse navedenog sistema istom metodom koristeći skupove podataka različitih veličina.

Za generisanje skupova podataka upotrebljen je skup programa bsbmtools-v0.2 koji je razvijen na Univerzitetu Majnhajm za potrebe Berlin SPARQL Benchmark-a. Generisano je 6 različitih skupova podataka od koji sadrže 1, 2, 5, 10, 15 i 20 miliona tripleta, redom. Primer generisanog skupa podataka je predstavljen slikom 2.

Mogućnosti računara na kojem se sprovodi test i mere performanse je veoma bitna stavka. Od njih zavisi kojom brzinom će podaci i upiti biti učitani i obrađeni. Računarska konfiguracija upotrebljena za ovaj je:

- Model: Toshiba c660-1c2
- Hardware
 - Procesor: Intel Pentium Processor P6200 2.13Ghz, FSB 1066Mhz, L1 64KB, L2 2x 256KB, L3 shared 3MB
 - Radna memorija: 4GB DDR3 1066 (2x 2GB)
 - Stalna memorija 500GB SATA2 (5400rpm)
- Software
 - Operativni sistem: Windows 7 32-bit
 - Java: v1.6.0

Na slici 3 prikazano je vreme učitavanja skupa podataka koji ima oko milion tripleta.



Slika 3. Vreme učitavanja skupa podataka

Za svaki od skupova podataka izvedena je sledeća procedura

1. Generisanje skupa podataka
2. Instalacija i konfigurisanje baze podataka
3. Punjenje baze podataka generisanim podacima
4. Izvršavanje testa

U tabeli 1 se mogu videti vremena potrebna da bi se učitali generisani skupovi podataka, podaci su generisani sledećom komandom

```
java -cp lib/*  
benchmark.generator.Generator -fc -fn  
dataset_V -pc X -s ttl
```

U datoj komandi, V označava veličinu skupa, X označava broj generisanih proizvoda, *dataset_1m* je naziv datoteke u koju će podaci biti smešteni, -fc je opcija za forward chaining, dok -s ttl opcija služi za generisanje podataka u Turtle notaciji.

Veličina skupa u milionima	Vreme u milisekundama
1	78453
2	136282
5	442777
10	1312686
15	1739255
20	2631783

Tabela 1. Vremena učitavanja skupova podataka

Za testiranje je upotrebljena klasa *TestDriver* iz bsbmtools-v0.2 skupa programa i tabela 2 predstavlja sveobuhvatne rezultate pojedinačnih testova, u jedinicama broj mikseva upita po satu. Svaki od miskeva upita je izvršen bar petsto puta i u tabeli su date srednje vrednosti koje Berlin SPARQL Benchmark računa za nas.

	1M	2M	5M	10M	15M	20M
QMpH	1834.87	1730.19	1419.02	1024.33	646.47	1316.99

Tabela 2. Ukupni rezultati pojedinačnih testova

Za testiranje je upotrebljena sledeća komanda

```
java -cp bin;lib/*  
benchmark.testdriver.TestDriver -seed  
9834533 -o res_V.xml  
http://localhost:8890/sparql
```

U navedenoj komandi, V označava veličinu skupa koji se testira.

TEST B

Test B je upotrebljen za merenje performansi istog sistema za skladištenje RDF podataka koristeći različite metode nad istim skupom podataka.

Za potrebe ovog testa generisan je novi skup podataka koji sadrži oko milion tripleta. Identičan je kao i test skup podataka generisan za potrebe Testa A i njegove karakteristike se mogu videti na slici 2. Za generisanje skupova podataka je upotrebljena klasa *Generator* iz bsbmtool-v0.2 skupa, a konkretan skup podataka je generisan sledećom komandom

```
java -cp lib/*  
benchmark.generator.Generator -fc -fn  
dataset_1m -pc X -s ttl
```

Računar koji je upotrebljen za potrebe ovog testa ima sledeću konfiguraciju:

- Hardware
 - Procesor: AMD Athlon x2 5400+ 2.8GHz, FSB 1000MHz, L1 2x 64KB, L2 2x 512KB
 - Radna memorija: 6GB DDR2 667MHz (2x 2GB DDR2 800MHz + 2x 1GB DDR2 667MHz)

- Stalna memorija: 160GB Hitachi Deskstar (7200 rpm, 8MB cache) SATA2, 500GB Western Digital Blue (7200 rpm, 16MB cache), SATA2
- Software
 - OS: Windows XP Profesional SP2 32-bit
 - Java: 1.7.0_25-b17, Java hotSpot (TM) 23.25-b01

U ovom primeru merenje je izvršeno kroz sledeće korake:

1. Generisanje skupa podataka – preuzimanje već gotovog skupa
2. Instalacija i konfigurisanje baze podataka
3. Punjenje baze podataka generisanim podacima
4. Prvo izvršavanje Explore miksa (Exp1)
5. Restart računara i baze podataka
6. Izvršavanje BusinessIntelligence miksa (BI)
7. Drugo izvršavanje Explore miksa (Exp2)

Rezultati merenja performansi RDF baze podataka su prikazani u tabelama 3 i 4, koje prikazuju vreme punjenja baze podataka i rezultate izvršavanja mikseva upita u jedinici QPS, respektivno.

Veličina skupa	Vreme u milisekundama
1 milion	142016

Tabela 3. Vreme učitavanja podataka

Upit	Broj izvršenih upita u sekundi za slučaj		
	Exp1	BI	Exp2
Upit 1	14.81	3.51	14.52
Upit 2	5.23	14.58	4.87
Upit 3	12.32	3.9	12.14
Upit 4	9.74	0.01	9.64
Upit 5	7.4	9.84	7.29
Upit 6	/	2.39	/
Upit 7	4.59	6.51	4.49
Upit 8	8.34	0.64	8.17
Upit 9	35.81	-	35.17
Upit 10	11.96	-	11.76
Upit 11	34.64	-	33.53
Upit 12	9.23	-	9.07
Trajanje [s]	1598.198	89182.278	1659.822

Tabela 4. Rezultati merenja za Test B

Bitno je napomenuti da svakom od slučaja korišćenja pripadaju odgovarajući upiti, predstavljeni u drugom poglavlju.

Miksevi upita, Explore i Business Intelligence se drastično razlikuju po trajanju, kao što može da se vidi iz tabele 4. Naravno, ta razlika se ogleda u samoj razlici mikseva upita i načinu njihovog izvršavanja, kao i zbog razlike u kompleksnosti samih upita.

Komanda za testiranje BusinessIntelligence miksom upita je veoma slična onoj za testiranje Explore miksom upita. Jedina razlika je što se eksplicitno mora naglasiti promena slučaja korišćenja jer je Explore podrazumevani slučaj.

```
java -cp bin;lib/*
benchmark.testdriver.TestDriver -seed
9834533 -o explore.xml
http://localhost:8890/sparql
```

4. ZAKLJUČAK

Primena semantičkih tehnologija na Vebu je značajno ograničena performansama RDF skladišta podataka i upitnog jezika i protokola SPARQL. U ovom radu prikazani su rezultati merenja performansi *Virtuoso v6* sistema za upravljanje i skladištenje RDF podataka, analiziran je Berlin SPARQL Benchmark postupak za merenje performansi SPARQL upita na skladištima RDF podataka. Izvršeno je merenje za dva slučaja korišćenja (*Explore* i *Business Intelligence*) i dobiveni rezultati su u saglasnosti sa drugim merenjima nad istim skladištem i sa istim postupkom.

Dalji rad može da se odvija u dva pravca. Jedan je primena drugih postojećih postupaka za merenje performansi za različite scenarije korišćenja i analiza dobijenih rezultata sa ciljem utvrđivanja adekvatnosti primenjenih test postupaka. Drugi pravac je *online* merenje performansi RDF skladišta podataka.

5. LITERATURA

- [1] Berlin SPARQL Benchmark, <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/berlinsparqlbenchmark/>
- [2] Virtuoso Open-Source Edition, <http://www.openlinksw.com/dataspace/doc/dav/wiki/Main/VOSIndex>
- [3] BSBM Tools, <http://sourceforge.net/projects/bsbmttools/>
- [4] Berlin SPARQL Benchmark v3.1, <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/berlinsparqlbenchmark/spec/20110607/>

Kratka biografija:

Robert Molnar rođen je 16.6.1989. godine u Novom Sadu. Gimnaziju „Jovan Jovanović Zmaj“ u Novom Sadu je završio 2008. godine. Iste godine se upisao na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, studentski program Računarstvo i automatika. Završio je osnovne studije 2012. godine sa prosekom 9.06 i odmah nakon diplomiranja je upisao master studije takođe na Fakultetu tehničkih nauka, smer Primenjene računarske nauke i informatika. Master studije je završio sa prosekom 10.

ANALIZA MOBILNIH SOCIJALNIH MREŽA I SERVISA U REALNOM OKRUŽENJU**MOBILE SOCIAL NETWORK AND SERVICES ANALYSIS IN REALISTIC ENVIRONMENT**David Okolišan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Osnovni cilj ovog rada jeste opis i analiza realnih socijalnih mreža i servisa. Nakon informacija o osnovnim karakteristikama, opisana su realna okruženja, metode za analizu realnih okruženja i rezultati izvedeni iz sopstvenog okruženja. Analiza je obuhvatala praćenje interakcije osam korisnika u periodu od deset dana, ostvarene preko najzastupljenijih socijalnih mreža i servisa današnjice.

Abstract – The main aim of this paper is description and analysis of real social networks and services. Basic characteristics are explained, as well as real environments, methods for the analysis of real environments and the results derived from author's environment. Analysis included observation of user interaction observation of eight users, realised through most popular social networks and services, during ten days.

Ključne reči: Socijalna interakcija, Socijalna komunikacija, Socijalne mreže, Socijalni servisi, Sport's ranking method, Colley.

1. UVOD

Od najranijih dana ljudske istorije pa sve do danjašnjeg dana socijalna interakcija i potreba za pripadnošću predstavljali su neraskidivi deo karaktera svakog čoveka. Na osnovu interakcije i komunikacije između pojedinaca, ili grupe pojedinaca otvorila se mogućnost otkrivanja samog identiteta svake osobe, i samim tim grupisanje pojedinaca, sa ciljem podizanja kvaliteta života.

Ova komunikacija, prvobitno se zasnivala na audio signalima (govor, vika itd.) i vizuelnim predstavama (ljudskim pokretima i slikama), dok je kasnije značajno mesto u komunikacijama zauzela pisana reč.

U današnje vreme suština je ostala ista. U ljudskoj komunikaciji, i dalje, glavno mesto dele govor, pisana reč i slika, međutim mogućnosti prenosa koje savremena tehnologija nudi su se značajno promenili u odnosu pre nekoliko stotina godina.

Napredak tehnologije u poslednjih stotinu pedeset godina, krunisan je pojavom fenomena socijalnih mreža u decenijama za nama. Pre definicije i opisa socijalnih mreža, neophodno je opisati nekoliko socioloških elemenata bez kojih socijalne mreže ne bi zauzele tako visoko mesto u svakodnevnom životu čoveka.

Socijalna interakcija prema [1] definiše se kao “uzajamno uticanje ili akcija, na međusobno delovanje pojedinaca ili

grupa”. Na ovaj način dolazi do razmene iskustava, mišljenja i znanja među ljudima što u značajnoj meri doprinosi njihovom životu u budućnosti.

Komunikaciju među ljudima možemo definisati kao proces razmene informacija preko unapred dogovorenog sistema znakova[2]. Dalje komunikaciju možemo podeliti na verbalnu i neverbalnu, pri čemu se prva ostvaruje simbolima, a drugasignalima.

U kontekstu socijalnih mreža, mnogi ne prave razliku između socijalnih mreža i servisa, ali u ovom radu pod terminom “socijalne mreže” posmatraćemo mreže povezanih korisnika na sajtovima poput Facebook i Google+, dok pod terminom “socijalni servisi” ćemo podrazumevati servise poput telefonskih poziva, SMS poruka i komunikaciju ostvarenu preko Skype servisa.

2. SOCIJALNE MREŽE I SERVISI

Kao što je već rečeno, razvojem tehnologija ljudska komunikacija je dobila potpuno novi smisao.

Među najvećim pronalascima koji su nepovratno promenili tok ljudske istorije, a svakako su odigrali ključnu ulogu u stvaranju i funkcionisanju socijalnih mreža su:

- Telegraf (1837) i telefon (1881),
- Komercijalni računari (1951),
- Internet i komercijalan saobraćaj (1995),
- Mobilni telefoni (1973),

Pojavom mobilnih uređaja i njihovim konstantnim napretkom, bilo je lakše nego ikada ranije ostvariti komunikaciju putem telefonskog poziva.

Pored telefonskih poziva sa mobilnih uređaja, drugi izuzetno važan servis, koji je i danas gotovo neizbežan za sve korisnike mobilnih uređaja jesu tekstualne poruke. Ovaj servis široko je poznat kao SMS (od eng. Short Message Service), a prva takva poruka poslata je 1992. godine.

Kasnije, napretkom mobilne telefonije postaje dostupna i razmena multimedijalnog sadržaja koristeći MMS poruke (od eng. Multimedia Message Service) početkom XXI veka.

Sve ove tehnologije i servisi omogućili su stvaranje i razvoj socijalnih mreža i servisa koji su, iako prilično kompleksni, postal dostupniji ljudima više nego ikada u istoriji čovečanstva. Prve socijalne mreže koje su se pojavile na internetu bile su Theglobe.com (1995), Geocities (1994) i Tripod.com (1995) [3]. Ovo su bile prve socijalne mreže koje su omogućavale svojim korisnicima da formiraju chat grupe i objavljuju svoje lične informacije i razmenjuju svoje stavove i mišljenja.

NAPOMENA:

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

Krajem prošlog veka socijalne mreže počinju da pružaju mogućnosti kreiranja liste prijatelja svakog korisnika, što danas predstavlja sastavni deo svakog online profila korisnika svake socijalne mreže, pa čak i pojedinih servisa. Najpopularnije socijalne mreže današnjice su Facebook (2004), Twitter (2006), Tumblr (2007), Pinterest(2010), Google+ (2011), koje su okrenute svim grupama ljudi, dok su sa druge strane neke socijalne mreže poput LinkedIn(2003) orijentisane umrežavanju korisnika prema profesionalnoj orijentaciji[4].

2.1 Definicija i podela socijalnih mreža

Postoje mnoge definicije socijalnih mreža i servisa. Socijalne mreže jedni definišu kao socijalnu strukturu sastavljenu od niza socijalnih entiteta i različitim vezama između tih entiteta[5]. Drugi socijalne mreže definišu kao grupe ili zajednice ljudi sa identičnim prijateljima ili interakcijama između njih koje formiraju značajne sociološke veze **Error! Reference source not found..** Socijalne mreže možemo podeliti prema platformama kojima su namenjene (mobilne, web orijetnisane i hibridne) ili prema njihovoj strukturi (centralizovane, distribuirane i hibridne).

Ono što je važno jeste da pored ove postoji još mnogo podela socijalnih mreža, međutim sa obzirom na to da je tema ovog rada analiza, pre svega, mobilnih socijalnih mreža i servisa smatramo da je ova podela dovoljna.

2.2 Komponente socijalnih mreža i servisa

U pogledu osnovnih komponenti jedne mobilne socijalne mreže možemo izvršiti podelu na sledeće komponente [7]:

- mobilni uređaji koje korisnici nose sa sobom i koji su opremljeni odgovarajućim softverom, hardverom, i mrežnim pristupom i koji im na taj način pružaju mogućnost razmene različitih sadržaja i formiranje socijalnih grupa,
- fiksna ili mobilna mrežna infrastruktura koja omogućava odgovarajuću komunikaciju između izvora i destinacije na koju se šalje određeni sadržaj,
- centralizovani serveri koji služe za čuvanje i distribuciju sadržaja, koristeći mrežnu infrastrukturu u svrhu pružanja ove usluge krajnjim korisnicima mobilnih uređaja.

2.2 Karakteristike i metrike mobilnih socijalnih mreža

Posmatrajući mobilne socijalne mreže možemo zaključiti da iako se one oslanjaju na mnoštvo sistema i tehnologija, nisu sve pogodnosti iskorišćene. Primera radi, u urbanijim zonama, pri projektovanju mreže mobilne telefonije neophodna je primena manjih ćelija sa većim kapacitetom, što zavisi od određenih socijalnih faktora. Ova činjenica pogađa pre svega distribuirane mobilne socijalne mreže, sa obzirom na to da se veličine ćelije menjaju direktno a ne dinamički. Na osnovu ovog ograničenja, sledi da indentifikovanje i uključivanje socijalnih karakteristika ljudi na određenom prostoru igra ključnu ulogu u unapređenju efektivnosti mehanizma rutiranja i same iskoristljivosti mreže.

Za bolje razumevanje socijalnih mreža i servisa, naučnici koriste grafove.

Postoje dva aspekta analize mobilne socijalne mreže [7], centralizovani i distribuirani. Razlika između ova dva

aspekta ogleda se u tome kako naučnici posmatraju samu mrežu. Prvi na mrežu gledaju kao strukturu koja omogućava jednaku količinu socijalnih informacija svim čvorovima, za razliku od drugih, koji kažu da je svakom čvoru pristupačna samo ograničen nivo socijalnih informacija. Primer ovoga možemo naći u [8], gde je uveden termin ego mreže, pri čemu svaki čvor ima informacije samo o svojim susedima. Osobine i karakteristike mobilnih socijalnih mreža prema [7] će biti opisane u nastavku.

Socijalne veze predstavljaju socijalne interakcije među pojedincima u jednoj socijalnoj mreži. Sused u socijalnim mrežama predstavlja čvor u socijalnoj mreži sa kojim posmatrani čvor (korisnik) ima najjaču vezu. Zajednice su definisane[9] kao *“klase entiteta koji su usko povezani jedni sa drugima, ili direktnom vezom ili preko lako dostupnih entiteta koji preuzimaju ulogu posrednika”*. Centralizovanost je poznat termin u teoriji grafova, koja se, kao što je rečeno koristi za opisivanje i analizu socijalnih mreža, a predstavlja jednostavno rečeno određivanje stepena važnosti najvišeg čvora u grafu [10].

Proširenje grafa (dodavanje grana) je još jedan element preuzet iz teorije grafova, i u mobilnim socijalnim mrežama na osnovu njega moguće je pratiti kako se određene informacije distribuiraju kroz posmatranu socijalnu mrežu. Koeficijent klasterizovanja predstavlja meru sličnosti među susednim čvorovima u grafu, na osnovu koje moguće odrediti meru povezanosti ili različitosti među zajednicama u jednoj mreži.

Svi prethodni parametric služili su za procenu bliskosti pojedinaca ili grupa u posmatranoj socijalnoj mreži. Pored ovoga imamo i jedan suprotan fenomen, egocentričnost. Ovo bi podrazumevalo sve akcije u cilju unapređenja i ostvarenja sopstvenih interesa. Primer ovoga mogao bi biti mobilni uređaj, koji ne prima nikakvu poruku sa ciljem produžavanja trajanja baterije.

3. Prednosti i mane socijalnih mreža i servisa, primeri realnih socijalnih mreža

Iako samo ime “socijalnemreža” govori da je usmerena ka većem broju korisnika, sa ciljem da im olakša međusobnu komunikaciju i razmenu raznovrsnog sadržaja, poslednjih godina socijalne mreže zauzimaju i značajno mesto u mnogim domenima ljudskog društva. Ovo postaje jasno kada se uzme u obzir da socijalne mreže obuhvataju od nekoliko miliona pa i do milijardi korisnika.

Prednosti koje nam socijalne mreže donose:

- Lakša, dostupnija i brža komunikacija između kranjih korisnika,
- Niska cena upotrebe (eksploatacije),
- Obrazovanje i edukacija,
- Povećanje profita i publiciteta pojedinaca i organizacija.
- Zabava.

Sa druge strane fenomen socijalnih mreža nosi sa sobom i mnogo problema:

- Razumevanje načina funkcionisanja socijalnih mreža i servisa,
- Gubitak intimnosti,
- Internet napadi, krađa podataka i mnogi drugi oblici kriminala,

- Negativni rezultati usled loše isplaniranih i sprovedenih kampanja i strategija, kompanija i pojedinaca
- Negativni rejting organizacija i kompanija prouzrokovanih pojedincima,
- Smanjena radna produktivnost zaposlenih,
- Gubitak značenja poruke poslate preko socijalnih mreža (emocija),
- Negativan uticaj na decu i omladinu.

Prema mnogim istraživanjima mladi provode u proseku 7,5 časova dnevno gledajući TV, slušajući muziku, igrajući video igre, pretražujući internet i provodeći vreme za socijalnim mrežama. Ovo predstavlja značajan problem današnjice pošto je sve veći broj dece, koja imaju problema sa telesnom težinom, leđima i zglobovima, očima a danas je poznat i fenomen zavisnosti od socijalnih mreža.

4. POSTUPAK ANALIZE I DOBIJENI REZULTATI

Postupak analize socijalnih mreža i servisa oslanja se na postupak koji razmatran u [11].

Prvi korak bio je prikupljanje podatak u realnom okruženju. U periodu od deset dana, posmatrana je interakcija i komunikacija osam korisnika sa svojim kontaktima. Beležena je broj ostvarenih telefonskih poziva (sa mobilnih uređaja), SMS i MMS poruka, poruka preko Skype servisa i socijalnih mreža poput Facebook i Google+ mreža. Pored ovoga beležen je broj fizičkih susreta svakog posmatranog korisnika sa svojim kontaktima ponaosob. Pod terminom "kontakt" podrazumevamo svaku osobu koju je komunicirala sa posmatranim korisnikom (član porodice, rođak, prijatelj, kolega itd.).

Tabela 1. Vrednosti težinskih faktora za odgovarajuće tipove interakcija

Tip interakcije	Težinski faktor	Oznake
Fizički kontakt	0.8	A
Telefonski pozivi	0.6	B
SMS i MMS poruke	0.4	C
Skype/Facebook/Google+ poruke	0.3	D

Pošto smo prikupili podatke, naredni korak bio je proračun vrednosti ostvarene interakcije između svakog posmatranog korisnika i svakog njegovog kontakta. U skladu sa činjenicom da svaka ostvareni tip interakcije nosi određenu težinu, težinski faktori su dodeljeni prema tabeli 1.

Vrednost interakcije proračunata je na osnovu:

$$i_{x,y} = A * FF_{x,y}(T) + B * MPC_{x,y}(T) + C * MM_{x,y}(T) + D * (FG_{x,y}(T) + S_{x,y}(T)),$$

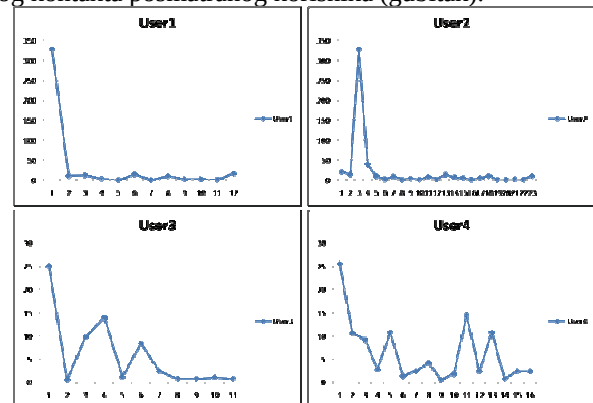
pri čemu su A,B,C,D težinski faktori prema tabeli 1, a FF predstavlja broj fizičkih susreta, MPC predstavlja broj razmenjenih poziva, MM predstavlja broj razmenjenih poruka na mobilnom telefonu, FG predstavlja broj razmenjenih poruka na Facebook i Google+ socijalnoj mreži i S prestavlja broj razmenjenih poruka preko Skype servisa. Svi ovi podaci praćeni su u periodu T , što je našem slučaju deset dana. Radi jednostavnijeg prikaza ovde ćemo prikazati dijagram vrednosti interakcija samo četiri korisnika (slika 1). Na osnovu dobijenih rezultata jasno se može zaključiti da posmatrani korisnik najveću

interakciju ostvaruje sa svega jednim ili nekoliko kontakata, dok se ostale interakcije mogu zanemariti.

Na osnovu dobijenih vrednosti interakcija, naredni zadatak bio je rangiranje svakog kontakta posmatranog korisnika. Prilikom rangiranja kontakata primenjene su dve metode. Prva je metoda rangiranja koja se koristi u sportu (Sports ranking method), a druga, koja je nešto kompleksija ali i bolja u ovom slučaju, je Colley metoda. Suština metode rangiranja u sportu je da se svaki kontakt posmatranog korisnika, posmatra kao tim, odnosno vrednost rangiranja proračunava se kao:

$$r_i = \frac{w_i}{(w_i + l_i)}$$

pri čemu je w_i broj interakcija i - tog kontakta posmatranog korisnika (pobeda), a l_i broj neostvarenih interakcija i - tog kontakta posmatranog korisnika (gubitak).

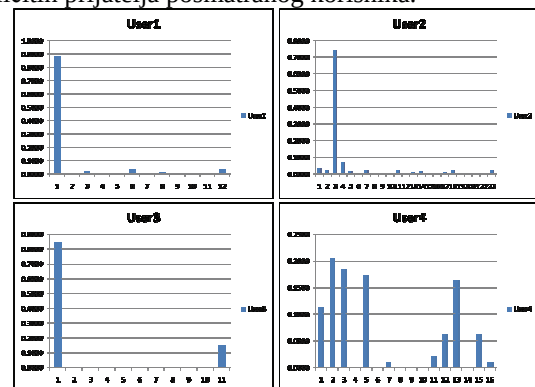


Slika 1. Dijagrami vrednosti interakcija četiri posmatrana korisnika

Prednost Colley metode [12] ogleda se utome što ova metoda nije osetljiva na male promene. To bi značilo da ukoliko posmatrani korisnik npr. promeni radno okruženje kontakti sa kojima će tada ostvarivati najveću interakciju, ne moraju biti i njegovi najbolje rangirani kontakti. Proračun vrednosti rangiranja vrši se na osnovu:

$$r_i = \frac{1 + \frac{w_i - l_i}{2} + \sum_{j \in O_i} r_j}{2 + t_i}$$

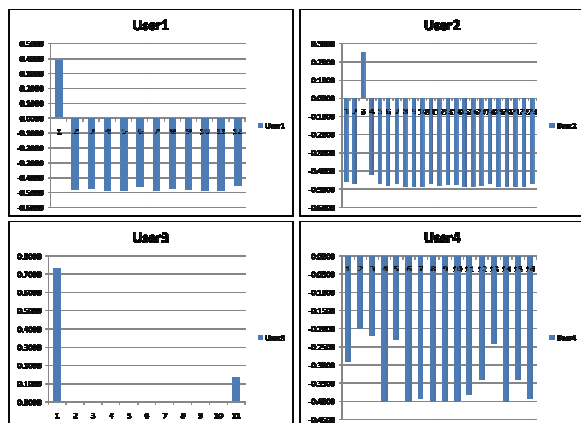
pri čemu je t_i ukupan broj ostvarenih interakcija posmatranog korisnika. Početna vrednost rangiranja u ovoj metodi je $\frac{1}{2}$ što je srednja vrednost između 0 i 1, a svaka "pobeda" povećava ovu vrednost, dok svaki "poraz" smanjuje ovu vrednost. Dakle, na osnovu prethodnog izraza možemo zaključiti da postoji međusobna zavisnost među vrednostima rangiranja različitih prijatelja posmatranog korisnika.



Slika 2. Rezultati rangiranja dobijeni primenom Sports Ranking metodom

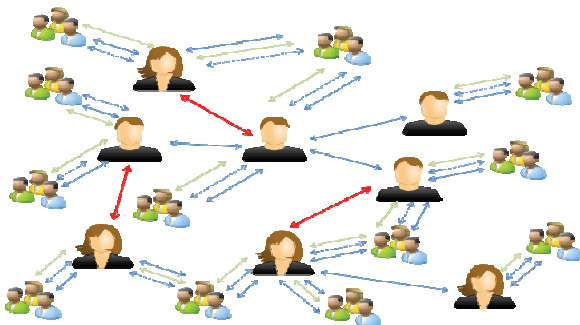
Vrednost rangiranja za svakog prijatelja posmatranog korisnika, zavisi od prikupljenih podataka (ulaza), težinskih faktora koji su dodeljeni različitim tipovima interakcija i dužine perioda tokom kog su se podaci prikupljali. Težinski faktori i dužina intervala moraju biti odabrani u skladu sa sociološkim karakteristikama grupe ljudi koja se posmatra.

U našoj analizi vrednosti rangiranja smo proračunavali za svaki tip interakcije (fizički susret, pozivi itd.) koristeći obe metode (Sports ranking i Colley).



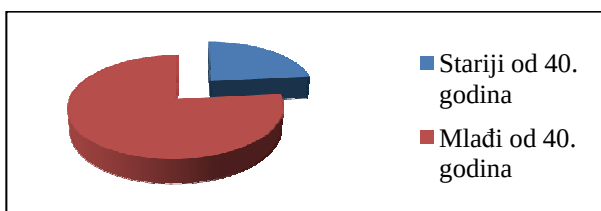
Slika 3. Rezultati rangiranja dobijeni primenom Colley metode

Prikazani su rezultati dobijeni rangiranjem na osnovu posmatranja SMS i MMS poruka Sports ranking (Slika2) i Colley (Slika3) metodom. Na osnovu dobijenih dijagrama jasno se može uočiti kontakt koji je najbolje rangiran posmatranog korisnika, a možemo uočiti nedostatak određenih tipova interakcije (npr. kod korisnika 3 nije zabeležena razmena poruka osim sa korisnicima 1 i 11).



Slika 4. Izgled socijalne mreže na osnovu prikupljenih podataka

Pored rangiranja kontakata posmatranih korisnika moguće je i pokazati neke druge podatke poput starosti svih posmatranih korisnika (slika 5) ili pak generisati opisno izgled posmatrane socijalne mreže (slika 4).



Slika 5. Presek starosti svih učesnika u posmatranoj interakciji

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisane su komponente, osobine i karakteristike socijalnih mreža i analizirana je jedna mobilna socijalna mreža i prateći servisi u realnom kruženju. Prikazani su rezultati i mogućnosti koje jedna ovakva analiza donosi, kao i prednosti i mane mobilnih socijalnih mreža. Ostaje otvoreno pitanje budućnosti koja nas očekuje po pitanju razvoja socijalnih mreža i servisa, kao i uspostavljanje standarda i ocenjivanje pojedinih socijalnih mreža i servisa.

9. LITERATURA

- [1] Sharma R.K., Sharma R., "Social psychology", str. 219, 1997.
- [2] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Komunikacije>, 13/10/2013
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Social_networking_service, 14/10/2013
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_social_networking_websites, 14/10/2013
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Social_network, 13/10/2013
- [6] M. E. J. Newman, "The Structure and Function of Complex Networks", SIAM Review, vol. 45, no. 2, pp. 167–256, 2003.
- [7] N. Vastardis (IEEE student member), Kun Yang (IEEE student member), "Mobile Social Networks: Architectures, Social Properties and Key Research Challenges", IEEE, 2012
- [8] L. C. Freeman, "Centered graphs and the structure of ego networks" Mathematical Social Sciences, vol. 3, no. 3, pp. 291 – 304, 1982.
- [9] S. yan Chan, P. Hui, and K. Xu, "Community detection of time-varying mobile social networks," in In Proc. of the First Int. Conf. on Complex Sciences: Theory and Applications (Complex, 2009)
- [10] E. M. Daly and M. Haahr, "Social network analysis for information flow in disconnected delay-tolerant manets," IEEE Trans. Mobile Computing, vol. 8, pp. 606–621, May 2009.
- [11] M.I. Akbas, R.N. Avula, M.A. Bassiouni, D. Turgut, "Social Network Generation and Friend ranking Based on Mobile Phone", Ad-hoc and Sensor Networking Symposium, IEEE ICC 2013
- [12] T. P. Chartier, E. Kreutzer, A. N. Langville, and K. E. Pedings, "Bracketology: How can math help? Mathematics and sports," Dolcani Mathematical Expositions, Joseph Gallian, ed. Mathematical Association of America, vol. 43, pp. 55–70, July 2010.

Kratka biografija:

David Okolišan rođen je u Zrenjaninu 1988.godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo - Komunikacione tehnologije i obrada signal odbranio je 2013.god.

**WEB BAZIRANI SISTEM UPRAVLJANJA LABORATORIJOM
PREMA ZAHTEVIMA ISO 17025****WEB BASED LABORATORY MANAGEMENT SYSTEM
ACCORDING TO ISO 17025**Ivan Gutai, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Dat je pregled standarda International Organization for Standardization - ISO 17025. Opisane su mogućnosti Alfresco sistema i analizirani su Business Process Management Notation - BPMN 2.0 i Activiti framework pod kojim se izvršavaju workflow-i. Zatim je opisana implementacija sistema za upravljanje laboratorijom na primeru Laboratorije za metrologiju Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, uključujući i implementaciju Alfresco sistema.

Abstract – A review of the standard ISO 17025 is presented. The possibilities of Alfresco system are described, BPMN 2.0 and Activiti framework, under which workflows run, are analysed. Afterwards, implementation of laboratory management system for Laboratory of Metrology of Faculty of Technical Sciences in Novi Sad is described, including implementation of Alfresco system.

Glavne reči: ISO 17025, laboratorija za metrologiju, upravljanje laboratorijom, upravljanje dokumentima, Alfresco Share, Activiti, BPMN 2.0

1. UVOD

Standard SRPS ISO/IEC 17025:2006 [1] namenjen je laboratorijama za razvoj njihovog sistema menadžmenta kvalitetom, administrativnih i tehničkih operacija. Takođe, on služi korisnicima usluga laboratorija, organima uprave koji donose propise i akreditacionim telima za potvrđivanje ili priznavanje kompetentnosti laboratorije. Najviše rukovodstvo mora da pruži dokaz o posvećenosti razvoju i primeni sistema menadžmenta i stalnom poboljšavanju njegove efektivnosti. Laboratorija mora stalno da poboljšava efektivnost svog sistema menadžmenta primenom politike kvaliteta, ciljeva kvaliteta, rezultata provera, analize podataka, korektivnih i preventivnih mera i preispitivanja od strane rukovodstva. Upravljanje sadržajem (ECM) predstavlja kategoriju softvera koja se najbrže razvija u poslovnom okruženju. Korisnici koji rade implementaciju ili migraciju ECM sistema se suočavaju sa vezivanjem za jednog isporučioaca, tzv. *vendor lock-in* scenarijom, visokim troškovima održavanja i nedostatkom standardizacije. *Open source* tehnologije i *open source* standardi postaju jaka alternativa komercijalnom *closed-source* softveru.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio doc. dr Platon Sovilj.

Alfresco se probio na tržište i postigao je solidan uspon zahvaljujući rešenjima za upravljanje sadržajem koristeći *open source* standarde i *open source* tehnologije. Alfresco je pozicioniran kao vizionar u Gartner-ovom ECM izveštaju iz 2012. godine. [2]

U današnjem radnom okruženju provodimo mnogo vremena radeći u velikim timovima. Timovi su sastavljeni i od ljudi koji su van našeg radnog okruženja, pa čak i van naše organizacije. Saradnja u Alfresco-u se zasniva na kreiranju sajtova u kojim timovi mogu deliti sadržaj. Moguće je i kreiranje i upravljanje sastancima preko kalendara i objavljivanje timskih diskusija. U Alfresco sistemu sadržaj se deli u dve grupe. U prvu grupu spadaju izmene u timskim diskusijama. U drugu grupu se ubrajaju dokumenti, tabele ili slike koje se nalaze u bibliotekama dokumenata. Izmenu postojećeg sadržaja je moguće raditi *online* ili *offline*. *Online* izmena se radi u *browser*-u, dok se kod *offline* izmene sadržaj preuzima na lokalni računar. Prilikom *upload*-a izmenjenog sadržaja potrebno je naglasiti da li se radi o *minor* ili *major* verziji. [3]

Alfresco koristi *engine* da bi opcije kao što su pregled i odobravanje dokumenata bile podržane. Zbog navedenih funkcionalnosti, Activiti je integrisan u Alfresco sistem. Activiti predstavlja *framework* u Alfresco-u, ali je napravljen tako da se može koristiti *standalone*. 2010. je Activiti projekat započet i uspevao je da na mesečnom nivou izdaje nove verzije platforme. Decembra 2010. godine je objavljena prva stabilna verzija, spremna za produkciju. Activiti programersku zajednicu su činile kompanije: SpringSource, FuseSource i Mulesoft i često su razvijale nove funkcionalnosti. Activiti je platforma u kojoj je u potpunosti implementirana BPMN 2.0 specifikacija. BPMN 2.0 *process definition* se sastoji od elemenata kao što su *event*-i, *task*-ovi i *gateway*-i koji su povezani sa sekvencama. Prilikom postavljanja *process definition*-a na *engine*, kada se kreira nova instanca procesa, BPMN 2.0 elementi se izvršavaju jedan po jedan. Prilikom izvršavanja procesa postoji aktivno stanje i u zavisnosti od uslova se stanja menjaju kroz *transitions*-e. [4]

**2. IMPLEMENTACIJA SISTEMA UPRAVLJANJA
LABORATORIJOM [5]**

Delatnost Laboratorije za metrologiju odnosi se na eksperimentalnu podršku obrazovnom i naučno-istraživačkom radu na Fakultetu tehničkih nauka i Univerzitetu u Novom Sadu, u oblasti merenja električnih i njima srodnih veličina i na pružanje usluge etaloniranja mernih sredstava.

Osnovni procesi Laboratorije za metrologiju su:

- Analiza zadataka merenja, izbor mernih metoda, obrada rezultata merenja, analiza i diskusija rezultata, vođenje dokumentacije o merenju;
- Ugovaranje etaloniranja etalona i merila, prijem, određivanje postupka etaloniranja, etaloniranje, obrada rezultata, izdavanje uverenja, finansijski obračun i vođenje dokumentacije o etaloniranju etalona i merila;
- Projektovanje, razvoj i realizacija novih mernih sredstava i metoda;
- Održavanje sopstvene opreme u ispravnom stanju, periodična etaloniranja u Laboratoriji ili u drugim akreditovanim laboratorijama;
- Planiranje razvoja Laboratorije i planiranje resursa;
- Definisane politike i ciljeva Laboratorije, utvrđivanje i preispitivanje sistema menadžmenta;
- Saradnja sa drugim laboratorijama.

Misija Laboratorije je eksperimentalna podrška obrazovnom, naučno-istraživačkom i stručnom radu u oblasti metrologije.

Svoju misiju Laboratorija ostvaruje naučnim i stručnim radom i istraživanjima u oblasti metrologije, razvojem i inoviranjem metoda i postupaka u svom radu, uslovljenim dostignućima nauke i potrebama okoline.

Vizija Laboratorije, zasnovana na opštim stremljenjima FTN, jeste da svojim rezultatima, u kvantitativnom i kvalitativnom pogledu, obezbedi i održi visoko mesto u oblasti metrologije, ne samo u zemlji već i u međunarodnim okvirima.

Od svojih naučnih i praktičnih doprinosa primeni i razvoju metrologije u privrednim i drugim organizacijama s kojima saraduje, Laboratorija očekuje obezbeđivanje uslova za sopstveni razvoj.

Priručnik o kvalitetu Laboratorije za metrologiju je osnovni dokument sistema menadžmenta kvalitetom Laboratorije za metrologiju. Laboratorija radi u skladu s opštim načelima Poslovnika o kvalitetu FTN, dok su specifičnosti sistema menadžmenta i načina rada Laboratorije razrađeni u ovom Priručniku u cilju zadovoljavanja potreba korisnika Laboratorije.

Priručnikom o kvalitetu Laboratorije za metrologiju obuhvaćeni su svi elementi sistema menadžmenta Laboratorije, prema zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2006 [1], ali i zahtevima koji proističu iz metroloških propisa koji se odnose na delatnost Laboratorije.

Zakoni i podzakonska akta, standardi i opšta akta FTN, kao i osnovni pojmovi i definicije, opšteg karaktera definisani su dokumentom integrisanog sistema menadžmenta FTN - Poslovnik o kvalitetu FTN [6].

Laboratorija je sastavni deo FTN i njen sistem menadžmenta kvalitetom se oslanja na integrisani sistem menadžmenta FTN. Pored toga, sistem menadžmenta Laboratorije je usklađen i sa zahtevima standarda SRPS ISO/IEC 17025:2006 [1], pri čemu se primenjuje i održava na temelju ovog Priručnika o kvalitetu

Laboratorije za metrologiju, postupaka, radnih uputstava i zapisa, a sa kojima je upoznato i kojih se mora pridržavati osoblje Laboratorije.

Sistem menadžmenta, namenjen za obezbeđenje kvaliteta, zasnovan je na pisanim pravilima. Obuhvata sve potrebne mere (planiranje kvaliteta, upravljanje kvalitetom, pripremu, izvođenje, kontrolisanje, dokumentovanje, itd).

Za dokumente sistema menadžmenta propisan je način izrade, preispitivanja i odobravanja.

Sve dokumente, pre puštanja u primenu, preispituje predstavnik rukovodstva za integrisani sistem menadžmenta sa budućim korisnicima dokumenta.

Sve dokumente konačno usvaja i odobrava Dekan.

Originali važećih dokumenata integrisanog sistema menadžmenta FTN čuvaju se u arhivi Odbora za kvalitet.

Za čuvanje i izdavanje dokumenata korisnicima odgovorna je arhiva Odbora za kvalitet, koja kopije dokumenata izdaje korisnicima prema listi korisnika koju utvrđuje predstavnik rukovodstva za integrisani sistem menadžmenta. Ove kopije su kontrolisane kopije i nose oznaku kopije. Za svaki dokument se vodi lista za evidentiranje izdatih kopija korisnicima.

Originali važećih internih dokumenata sistema menadžmenta Laboratorije čuvaju se u arhivi Laboratorije. Celokupnom osoblju su dostupne interne procedure i uputstva Laboratorije u elektronskoj formi.

Za sprovođenje izmena i zamenu nevažećeg izdanja internih dokumenata sistema menadžmenta Laboratorije sa važećim izdanjem odgovoran je rukovodilac kvaliteta Laboratorije. O izmenama dokumenata vodi se evidencija.

U slučaju da se pojavi potreba za izmenom nekog dokumenta, predlog izmene, po pravilu, preispituju isti učesnici koji su preispitali i odobrili prethodno izdanje dokumenta.

3. WEB SISTEM

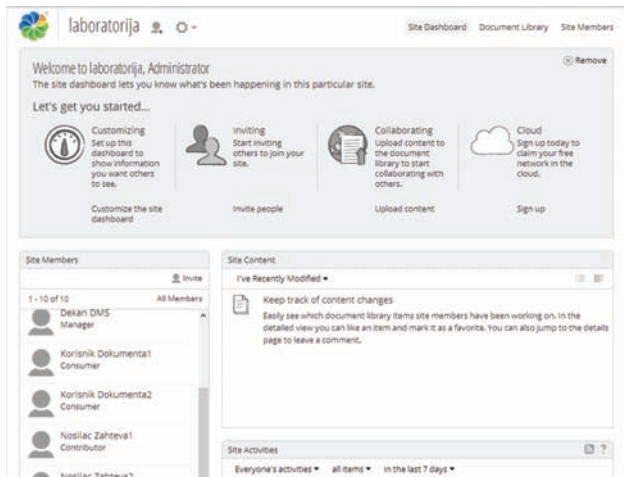
Alfresco je podsistem koji je integrisan u sistem upravljanja Laboratorijom za metrologiju. Sada je u pilot fazi korišćenja, pre nego što se zaista integriše u celokupni sistem.

U Laboratoriji za metrologiju je instaliran i konfigurisan Alfresco Community 4.2d i dodat je odgovarajući *workflow*. Bio je plan da se iskoristi port 8080 za aplikaciju, ali je zbog prethodno podignute aplikacije izabran port 9090. Potrebno je još naglasiti da je računar novije generacije i da poseduje 8 GB *Random Access Memory* - RAM i *quad core* procesor, što je i više nego dovoljno da odgovori na zahteve zaposlenih u laboratoriji.

Kreirana je jedna web aplikacija sa jednom sajt kolekcijom i može joj se pristupiti preko *Internet Protocol* - IP adrese računara na kom je instalirana uz dopisivanje: “:9090/share/page”. U okviru navedene sajt kolekcije je kreiran jedan sajt i njemu se može pristupiti dopisivanjem: “/site/laboratorija/dashboard”.

Početna strana sajta Laboratorije je prikazana na **Sl.1**. Ukoliko se sajtu laboratorije pristupa sa računara na kome je aplikacija podignuta, adresa je “http://127.0.0.1:9090/share/page/site/laboratorija/dashboard”. Ukoliko krajnji korisnici ne žele da kucaju ovako dugačke adrese, postoje dve mogućnosti. Prva je da se na

svakom računar u piše odgovarajuća adresa u “hosts” fajlu. Ovakvu izmenu je moguće napraviti na računarima sa klijentskim operativnim sistemom, uz napomenu da su za izmenu potrebna administratorska prava. Druga mogućnost je da se napravi *Host A record*, što je i jednostavnije, ali je moguće uraditi samo na serveru koji je istovremeno i domen kontroler.



Slika 1. Početna strana sajta Laboratorije

BPMN 2.0 dijagram *workflow*-a “Postupak upravljanja dokumentima” je prikazan na **Sl.2.**

U *Document Library* se nalaze dokumenta sistema menadžmenta i u zavisnosti od prava pristupa koja poseduju, korisnici mogu samo čitati ili aktivno učestvovati u doprinošenju.

Prava pristupa se dele na:

- Manager,
- Collaborator,
- Contributor i
- Consumer.

Potrebna prava pristupa za korisnike sajta laboratorije su prikazana u Tabeli 1.

Tabela 1. Potrebna prava pristupa za korisnike sajta laboratorije

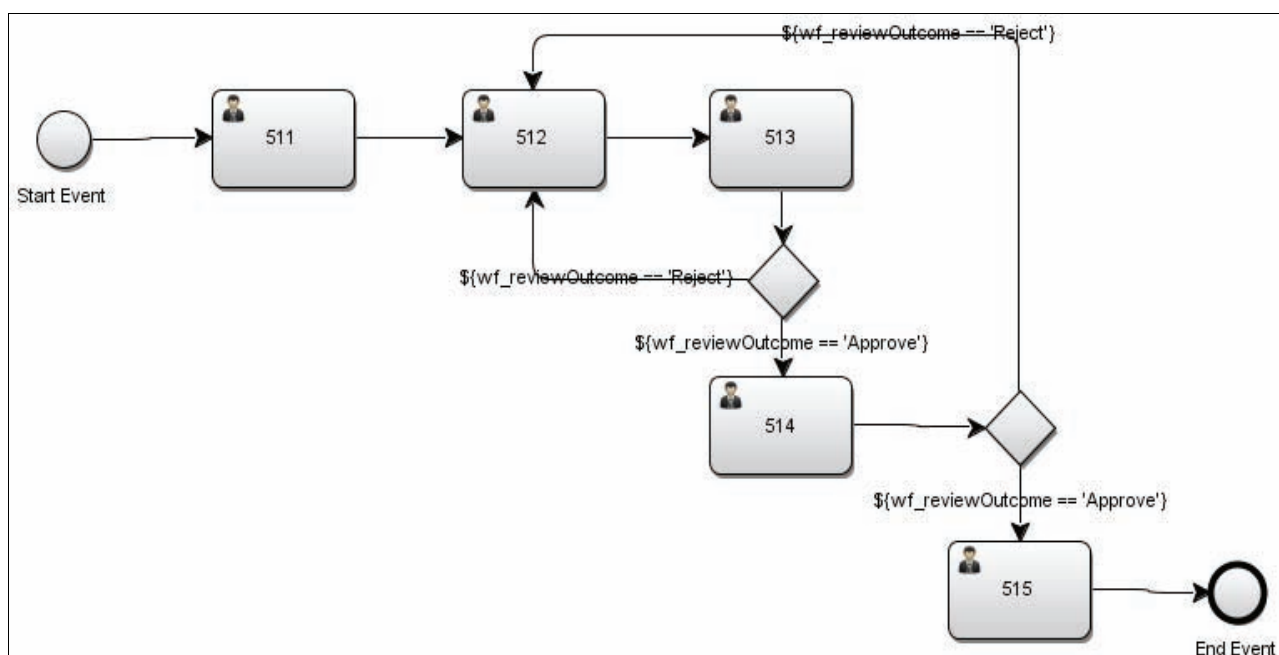
Funkcija	Prava pristupa
Administrator	Manager
Arhiva Odbora Za Kvalitet	Manager
Dekan DMS	Manager
Korisnik Dokumenta 1	Consumer
Korisnik Dokumenta 2	Consumer
Korisnik Dokumenta 3	Consumer
Nosilac Zahteva 1	Contributor
Nosilac Zahteva 2	Contributor
Nosilac Zahteva 3	Contributor
Odbor Za Kvalitet	Manager
Predstavnik Rukovodstva Za Kvalitet	Manager

Svaki zaposleni može podneti zahtev za izmenu dokumenta sistema menadžmenta. Potrebno je da izabere dokument koji smatra da je potrebno izmeniti i da izabere i startuje *workflow* pod nazivom “Postupak upravljanja dokumentima”. Navedeni *workflow* predstavlja automatizovani proces u skladu sa zahtevima standarda ISO 17025.

Numerisani su *User task*-ovi, **Sl.2:**

- 511 i 513 za predstavnika rukovodstva za kvalitet,
- 512 za nosioca zahteva,
- 514 za Odbor za kvalitet i
- 515 za arhivu Odbora za kvalitet.

Takođe se može primetiti da se dokumenta sistema menadžmenta pregledaju na dva nivoa. Prvi pregled radi predstavnik rukovodstva za kvalitet, dok konačni pregled dokumenta radi Odbor za kvalitet, **Sl.2.**



Slika 2. BPMN 2.0 dijagram *workflow*-a “Postupak upravljanja dokumentima”

Detaljan način za testiranje implementiranog *workflow*-a zapisan je kao uputstvo. U navedenom testu je urađeno:

- Korisnik dokumenta je podneo zahtev za izmenu dokumenta sistema menadžmenta;
- Predstavniku rukovodstva za kvalitet je stiglo obaveštenje da neko želi da se dokument izmeni, a zatim je dodelio zadatak korisniku kog je izabrao;
- Nosiocu zadatka je stiglo obaveštenje o dodeljenom zadatku i posle rada na dokumentu ponovo je otvorio dobijeni zadatak, dodao dokument i označio je svoj zadatak kao izvršen;
- Predstavniku rukovodstva za kvalitet je stiglo obaveštenje, pregledao je dokument i označio ga kao "Pregledan";
- Odboru za kvalitet je stiglo obaveštenje, pregledali su dokument i označili ga kao "Neodobren";
- Zadatak je vraćen nosiocu, koji je uklonio dokument, napravio izmene i kada je završio ponovo je dodao dokument (sada je u verziji 1.1) i označio je svoj zadatak kao izvršen;
- Predstavniku rukovodstva za kvalitet je stiglo obaveštenje, pregledao je dokument ponovo ga je označio kao "Pregledan";
- Odboru za kvalitet je stiglo obaveštenje, pregledali su dokument i označili ga kao "Odobren";
- Arhivi odbora za kvalitet je stiglo obaveštenje, sa dokumentom.

Konfiguracija sistema je izvršena pomoću parametara koji se čuvaju u fajlovima:

- "gutai.bpmn20.xml",
- "gutai-context.xml",
- "gutai-messages.properties",
- "workflowModel-custom.xml",
- "share-workflow-form-config.xml" i
- "Alfresco Users.csv".

"gutai.bpmn20.xml" predstavlja BPMN 2.0 dijagram koji sadrži sliku i pozadinski kod. Preporuka je da se izmene nad navedenim fajlom prave u programu Yaoqiang BPMN Editor.

"gutai-context.xml" je konfiguracioni fajl koji omogućava implementaciju BPMN 2.0 dijagrama u sistem.

"gutai-messages.properties" je konfiguracioni fajl u kome su definisane poruke koje su vidljive korisniku.

"workflowModel-custom.xml" je konfiguracioni fajl koji služi za proširivanje Alfresco modela, upotrebom tipova i aspekata.

"share-workflow-form-config.xml" je konfiguracioni fajl koji omogućava da implementirani *workflow* bude dostupan korisnicima u Alfresco Share-u.

U fajlu "Alfresco Users.csv" su zapisana imena i svi potrebni podaci korisnika sistema. Preporučljivo ga je koristiti kada postoji potreba za unošenjem velikog broja korisnika u sistem.

Potrebno je napomenuti da prilikom dodavanja novog *workflow*-a, ne smeju postojati dve promenljive sa istim imenom, kao ni dva fajla sa istim imenom. Prilikom imenovanja navedenih fajlova, mogu se birati proizvoljna imena fajlova, i ovi fajlovi nisu vidljivi korisnicima sistema.

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad je doprineo sagledavanju sistema za upravljanje laboratorijama u svetlu praktične primene standarda 17025 i praktične primene jednog *open source* rešenja za upravljanje sadržajima.

Pravci u kojima se može nastaviti, na osnovu ovde prikazanog rada, su:

- instalacija i konfiguracija Alfresco sistema, sa dodatnim *workflow*-om na računaru sa *open source* operativnim sistemom;
- dizajn formi koje se koriste u *workflow*-u i kreiranje vizuelno atraktivnih formi za krajnjeg kupca;
- kreiranje izveštaja koji bi omogućili predstavniku rukovodstva za kvalitet uvid u status zadataka koje je dodelio;
- instalacija i konfiguracija mail server-a. Na navedeni način bi se omogućilo slanje mail-ova pomoću Alfresco sistema i
- proširenje *workflow*-a sa mail notifikacijama, u skladu sa BPMN 2.0 standardom. *Smartphone*-i i *tablet*-i se sve više koriste u svakodnevnom radu i na navedeni način bi svi korisnici sistema mogli da dobijaju obaveštenja o dodeljenim zadacima u realnom vremenu.

5. LITERATURA

- [1] SRPSKO-CRNOGORSKI STANDARD SCS ISO/IEC 17025:2006
- [2] Munwar Shariff, Snehal Shah, Rajesh R Avatani, Jayesh Prajapati, Vandana Pal, Vinita Choudhary, Amita Bhandari, Pallika Majmudar (2013). Alfresco 4 Enterprise Content Management Implementation. Packt publishing. ISBN-10: 1782160027
- [3] Getting Started with Alfresco Enterprise 4.1.5 (dokument isključivo dostupan kompanijama)
- [4] Rademakers, Tijs. (2012). *Activiti in Action: Executable business processes in BPMN 2.0*. Manning Publications. ISBN-10: 1617290122.
- [5] Priručnik o kvalitetu laboratorije za metrologiju Q1.LM.01, FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA, 2012-03-23
- [6] Poslovnik kvaliteta Q1.RU.01, FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA, 2007 - 06 – 24

Kratka biografija:



Ivan Gutai je rođen u Novom Sadu 1986. godine. Osnovne akademske studije završio 2011. godine, od kada je i zaposlen u kompaniji koja se bavi razvojem softvera i edukacijom, na poziciji developer-a. Pored elektrotehnike i informacionih tehnologija, značajnu pažnju posvećuje sportskim aktivnostima.

REALIZACIJA TEHNIKA REVERZNOG INŽENJERINGA RELACIONIH BAZA PODATAKA**AN IMPLEMENTATION OF THE REVERSE ENGINEERING TECHNIQUES IN RELATIONAL DATABASES**

Milanka Bjelica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisani su mogući pristupi procesu reverznog inženjeringa relacionih baza podataka. U okviru okruženja IIS*Studio implementiran je pristup koji omogućava visok nivo automatizacije procesa reverznog inženjeringa. Pri procesu reverznog inženjeringa kao krajnji rezultat dobija se model zasnovan na tipovima formi. Tip forme predstavlja glavni koncept za modelovanje u okviru alata IIS*Case, koji je sastavni dio okruženja IIS*Studio.

Abstract – In this paper we present possible approaches to the process of reverse engineering of relational databases. In the IIS*Studio environment it has been implemented an approach that allows a high level of automation of reverse engineering process. The reverse engineering process produces a model based on the form types, as its final result. A form type is the main modeling concept of the IIS*Case tool, as a part of the IIS*Studio environment.

Ključne reči: Reverzni inženjering; Baze podataka; CASE alati; Okruženje IIS*Studio.

1. UVOD

Veliki broj kompanija posjeduje stare, nasledene informacione sisteme koji ne zadovoljavaju poslovne potrebe kompanije. Kompanije se brzo mijenjaju ili ulaze u integracione procese, zbog čega su prinuđene da pristupe reinženjeringu informacionih sistema.

Čak i one kompanije koje poseduju nove informacione sisteme suočene su sa pojavom novih tehnologija i u bliskoj budućnosti će biti prinuđene da sprovedu neku vrstu reinženjeringa. Proces reinženjeringa obuhvata dvije aktivnosti: reverzni inženjering i inženjering prema naprijed (*forward* inženjering).

Jedna od ulaznih specifikacija za proces reverznog inženjeringa može biti izvorni kod, datoteke ili proizvodi nastali u srednjim fazama razvoja softvera. Zbog velike rasprostranjenosti korišćenja relacionih SUBP u prethodnim decenijama, kao predmet reverznog inženjeringa u ovom radu, uzeta je baza podataka zasnovana na relacionom modelu podataka. U procesu reverznog inženjeringa cilj je da se od modela baze podataka, čija specifikacija je zapisana u riječniku podataka postojeće, nasledene, baze podataka, nizom model-u-model transformacija, dobije konceptualni model zasnovan na tzv. tipovima formi.

Napomena:

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

Rezultat procesa reverznog inženjeringa može se iskoristiti kao ulazna specifikacija u procesu *forward* inženjeringa u kojem se opet nizom model-u-model transformacija generiše implementacioni opis ili fizička šema inovirane baze podataka.

Alat IIS*Ree namjenjen je da obezbijedi postupak reinženjeringa koji obuhvata reverzni inženjering i *forward* inženjering šema baza podataka. U okviru ovog rada, alat IIS*Ree proširen je modulima potrebnim za realizaciju dijela procesa reverznog inženjeringa. Proširenje se odnosi na module koji vrše ekstrakciju meta-podataka izvorne baze podataka, semantičko unapređenje pročitanih meta-podataka, kao i na generisanje modela znanog na tipovima formi. Pored toga, za potrebe realizacije procesa reverznog inženjeringa proširen je i repozitorijum koji je zajednički za alate IIS*Ree i IIS*Case. Alat IIS*Case je sastavni dio alata IIS*Ree i u okviru njega podržan je proces *forward* inženjeringa. Centralni koncept na kojem se zasniva modelovanje putem IIS*Case-a je tip forme.

Kako bismo implementirali proces reverznog inženjeringa potrebno je realizovati niz transformacija i obezbijediti interfejs neophodan za realizaciju procesa reverznog inženjeringa. Prvi korak je ekstrakcija modela koji se nalazi na ulazu. Sledeći koraci, koji su neophodni za realizaciju procesa reverznog inženjeringa, jesu identifikacija atributa homonima i identifikacija potencijalnih ograničenja inverznog referencijalnog integriteta, čime se semantički unapređuju meta-podaci, pročitani u prethodnom koraku. Da bismo došli do informacija o tipovima formi koje predstavljaju krajnji rezultat u procesu reverznog inženjeringa, potrebno je izvršiti transformacije koje vrše prevođenje izvorne relacione šeme baze podataka u konceptualni model, zasnovan na tipovima formi. Finalni korak jeste prikaz informacija o tipovima formi.

Pored uvoda, rad se sastoji od četiri poglavlja. U drugom poglavlju dat je pregled aktuelnih pristupa, koncepata i alata namjenjenih reverznom inženjeringu informacionih sistema. U trećem poglavlju dat je opis osnovnih funkcionalnosti alata IIS*Ree, namenjenog za sprovođenje procesa reverznog inženjeringa.

Implementacija procesa reverznog inženjeringa opisana je u četvrtom poglavlju.

2. PREGLED STANJA U OBLASTI

U ovom poglavlju dat je pregled osnovnih koncepata i pristupa iz oblasti reverznog inženjeringa, a posebno izabranih metoda koje su korišćene u oblasti reverznog inženjeringa relacionih baza podataka.

Chikofsky i Cross u radu [1] iz 1990. godine definisali su ključne koncepte koji se odnose na održavanje softvera, kao što su reinženjering, restrukturiranje, reverzni inženjering i *forward* inženjering. Pojam reinženjeringa definisali su kao pregled i promjenu dijelova sistema u cilju rekonstruisanja u novi oblik i kasnije primjenu novog oblika. To obično uključuje neki oblik reverznog inženjeringa koji je praćen procesom *forward* inženjeringa ili rekonstrukcije. Prema radu [1], reinženjering uključuje dvije komplementarne aktivnosti: reverzni inženjering i *forward* inženjering.

Relacione baze podataka su čest predmet reverznog inženjeringa. Većina radova na ovu temu bavi se ekstrakcijom konceptualne šeme baze podataka. Ciljni proizvod postupka reverznog inženjeringa su često ER (*Entity–relationship*), EER (*Extended entity–relationship*) šeme baze podataka ili UML dijagrami.

Reverzni inženjering baza podataka široko je proučavan kao bitan dio reinženjeringa. Razlog tome je to što baza podataka čuva većinu bitnih informacija o kompanijama. Nekoliko autora napravilo je konkretne prijedloge za dobijanje konceptualne šeme baze podataka iz već postojeće baze podataka.

Autori Chiang, Barron i Storey u radu [2] opisuju algoritam za dobijanje EER šeme baze iz relacione baze podataka. Kao ulaz, ova metoda zahtjeva relacione šeme baze podataka.

Pretpostavke koje moraju biti ispunjene su da se šema baze podataka nalazi u trećoj normalnoj formi (3NF), da su nazivi atributa konzistentni i da ne postoje greške kada je riječ o vrijednostima ključnih atributa.

Ulaz za metodu koju predlažu autori Navathe i Awong u radu [3] predstavlja relaciona šema baze podataka, dok se na izlazu dobija EER šema baze. Za uspješnu primjenu ove metode treba biti ispunjeno nekoliko pretpostavki: treba biti zadovoljena 3NF ili BCNF normalna forma, ne smiju postojati nejasnoće u stranim ključevima, ne smiju postojati homonimi i moraju biti navedeni svi kandidati za ključeve.

Autori Signore, Loffredo, Gregori i Cima u radu [4] predlažu metodu koja na ulazu prihvata relacionu šemu baze podataka, a na izlazu formira ER šemu. Za primjenu ove metode ne postoje posebne pretpostavke koje moraju biti ispunjene. U radu [5] autori prikazuju metodu i alat *Relational Web*. Ulazna specifikacija je relaciona baza podataka, čija fizička šema se u procesu reverznog inženjeringa ekstrahuje u dijagram klasa koji predstavlja konceptualnu šemu.

Većina radova čiji su glavni rezultati prezentovani u ovom poglavlju, dijeli isti principijelni cilj dobijanja novog modela koji reprezentuje originalnu bazu podataka, nekad u objektno-orijentisanoj notaciji, nekad kao ER šemu baze podataka, ili čak kao novu relacionu šemu baze podataka i u ovoj tački završavaju proces.

Proces reverznog inženjeringa, koji je predmet ovoga rada, implementiran je u okviru alata *IIS*Ree*, koji je sastavni dio okruženja *IIS*Studio*. Za ulaz je odabrana relaciona šema baze podataka.

Za razliku od prethodno opisanih pristupa, kao izlaz u okviru pristupa, primjenjenog u ovom radu, dobija se model zasnovan na tipovima formi. Tipovi formi predstavljaju glavni koncept za modelovanje u okviru alata *IIS*Case* koji je ujedno sastavni dio alata *IIS*Ree*.

Slično prethodno opisanim pristupima, postupak reverznog inženjeringa, koji je nastao kao rezultat realizacije ovog rada, obuhvata analizu riječnika podataka, analizu samih podataka, zatečenih u nasleđenoj bazi podataka, i interakciju sa korisnicima. Pretpostavka koja mora biti ispunjena je zadovoljenje 3NF, kao što je slučaj u pristupu autora opisanih u radovima [2] i [3]. Postupak se izvršava putem tri koraka:

- Ekstrakcija meta-podataka relacione baze koja se nalazi na ulazu;
- Semantičko unapređenje meta-podataka u dva koraka: identifikacija atributa homonima i identifikacija ograničenja inverznog referencijalnog integriteta;
- Generisanje tipova formi.

Rezultat reverznog inženjeringa se može koristiti kao ulazna specifikacija za proces *forward* inženjeringa koji već postoji u okviru alata *IIS*Case*.

3. PREGLED KARAKTERISTIKA I MOGUĆNOSTI ALATA *IIS*REE*

Kao rezultat dugogodišnjeg istraživanja na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti projektovanja i automatskog generisanja šema baza podataka i transakcionih programa nastao je metodološki pristup i razvojno okruženje koje ga podržava, *IIS*Studio*. *IIS*Studio* je namenjen projektovanju informacionih sistema i odgovarajuće šeme baze podataka, čiji je krajnji proizvod funkcionalni prototip informacionog sistema. U okviru okruženja *IIS*Studio* razvijena su tri alata: *IIS*Case*, *IIS*Ree* i *IIS*UIModeler*. U ovom poglavlju biće opisan alat *IIS*Ree*, u okviru kojeg je implementiran proces reverznog inženjeringa relacione baze podataka [6]. Alat *IIS*Ree* sastoji se iz sledećih modula: *Legacy System Interface*, *MetaData Validator & Constraints Discoverer*, *XML Transformer* i *M2M Transformer*.

Legacy System Interface je modul u kojem se vrši ekstrakovanje potrebnih informacija iz relacione baze podataka, koja predstavlja ulaz za proces reverznog inženjeringa. Postupak ekstrakcije podataka vrši se čitanjem sadržaja riječnika podataka, a na izlazu se dobija model koji predstavlja reprezentaciju logičke šeme baze podataka.

MetaData Validator & Constraints Discoverer je modul koji pronalazi homonime i kandidate za postojanje ograničenja inverznog referencijalnog integriteta. Ovaj modul zahtjeva aktivno učešće korisnika-projektanta, jer korisnik donosi krajnju odluku o tome da li postoji ograničenje inverznog referencijalnog integriteta i da li je potrebno preimenovati pronađene homonime.

XML Transformer modul vrši dva zadatka. Prvi je da na osnovu podataka iz repozitorijuma okruženja *IIS*Studio*, nastalih kao rezultat rada prethodna dva modula, primjenjuje algoritam za serijalizaciju podataka u XML specifikaciju. Serijalizacija podataka vrši se na osnovu predefinisane XML šeme koja sadrži informacije o relacionoj šemi baze podataka, šemama relacija i njihovim atributima, primarnim ključevima, *check* ograničenjima, ograničenjima jedinstvenosti vrijednosti obilježja, stranim ključevima i podržanim tipovima podataka izabranog SUBP. Drugi zadatak jeste da XML specifikaciju, koja je nastala kao rezultat modula *M2M*

Transformer, parsira na osnovu druge predefinisane XML šeme i rezultat smjesti u repozitorijum okruženja *IIS*Studio*. XML šema koja se koristi pri parsiranju sadrži informacije o aplikativnim sistemima, tipovima formi, tipovima komponenti, njihovim atributima, ključevima i operacijama koje su dozvoljene nad tipovima komponenti.

M2M Transformer je modul koji preuzima XML specifikaciju, nad kojom primenjuje niz algoritama za transformacije koje generišu opise šema baza podataka na različitim nivoima apstrakcije. Kao krajnji rezultat rada ovog modula, dobija se konceptulani model zasnovan na tipovima formi.

Pored prethodno opisana četiri modula, u okviru *IIS*Ree* alata bitnu ulogu ima i modul *Relation DB Schema Integrator* zajedno sa *IIS*Case* alatom. Njihov značaj je u tome što pružaju podršku pri procesu *forward* inženjeringa.

4. IMPLEMENTACIJA PROCESA REVERZNOG INŽENJERINGA U OKVIRU ALATA *IIS*REE*

Kompletnan proces reverznog inženjeringa posmatra se kao niz transformacija koje se izvršavaju nad različitim modelima koji učestvuju u ovom procesu. Ulazna specifikacija za proces reverznog inženjeringa je implementaciona šema baze podataka, smeštena u riječniku podataka relacionog sistema za upravljanje bazama podataka. Kao finalni rezultat u ovom procesu dobija se model tipa formi, koji predstavlja konceptualnu šemu baze podataka.

Proces reverznog inženjeringa obuhvata tri faze: ekstrakciju, konceptualizaciju i vizuelizaciju. Prvi korak u procesu reverznog inženjeringa je ekstrakcija modela. *Legacy System Interface* je modul koji sadrži mehanizme za čitanje riječnika podataka i samih podataka postojeće relacione baze podataka, koja je predmet reverznog inženjeringa. Prethodno navedeni postupci vrše se u cilju dobijanja reprezentacije implementacione šeme baze podataka, nezavisne od konkretnog proizvođača. Pročitani meta-podaci iz riječnika podataka postojeće, nasledene relacione baze podataka, putem modula *Legacy System Interface* smještaju se u repozitorijum okruženja *IIS*Studio*. Za potrebe smještanja podataka pri procesu reverznog inženjeringa izvršeno je proširenje repozitorijuma okruženja *IIS*Studio*.

Podaci koji se ekstrahuju iz riječnika podataka odnose se na: tabele i njihove kolone, primarne ključeve, *check* ograničenja, ograničenja jedinstvenosti vrednosti obilježja, strane ključeve i podržane tipove podataka izabranog SUBP. Kod *Oracle* SUBP te informacije se mogu dobiti čitanjem informacija iz sledećih pogleda: *cols*, *user_tables*, *user_tab_columns*, *all_constraints* i *all_cons_columns*. Kada se meta-podaci pročitaju iz riječnika podataka postojeće baze podataka i smjeste u repozitorijumu okruženja *IIS*Studio*, oni više ne reprezentuju fizičku šemu baze podataka, već logičku, koja ne zavisi od konkretnog proizvođača.

Radi unapređenja ekstrahovanog modela, nastalog na osnovu podataka pročitanih iz riječnika podataka, *Legacy System Interface* takođe pristupa i podacima koji se nalaze u relacijama, radi dobijanja dodatnih informacija potrebnih za dopunu semantike. Ovi podaci se koriste u narednim koracima procesa reverznog inženjeringa koji se

izvršavaju pomoću modula *MetaData Validator & Constraints Discoverer*.

Sledeći korak, prilikom realizacije procesa reverznog inženjeringa, jeste traženje atributa homonima. Preimenovanje atributa homonima može da se vrši na dva načina. Prvi način obezbeđuje automatsko preimenovanje svih obilježja iz skupa homonima. Preimenovanje se vrši tako što se na naziv obilježja dodaje naziv tabele kojoj pripada. Novi nazivi atributa se čuvaju u okviru repozitorijuma *IIS*Studio*. Drugi način obezbeđuje korisnicima preimenovanje obilježja iz predloženog skupa homonima. Nakon preimenovanja željenih atributa, novi nazivi atributa čuvaju se u repozitorijumu okruženja *IIS*Studio*.

Traženje mogućih ograničenja inverznih referencijalnih integriteta predstavlja sledeći korak u procesu reverznog inženjeringa. Najvažnije potrebne informacije u ovom koraku su o ograničenjima referencijalnih integriteta oblika $N_l[LHS] \subseteq N_r[RHS]$, sa skupovima atributa lijevih (*LHS*) i desnih strana ograničenja (*RHS*). Pored toga, ova aktivnost zahtijeva dodatne informacije, zbog čega je potrebno pristupiti podacima postojeće baze podataka. U ovom koraku, takođe je neophodna interakcija sa korisnikom zbog obezbeđivanja nedostajuće semantike. Za postojanje ograničenja inverznog referencijalnog integriteta potrebno je da postoji odgovarajuće ograničenje referencijalnog integriteta. Stoga, za svako ograničenje referencijalnog integriteta radi se sledeće:

- pristupa se podacima relacije koja se nalazi na desnoj strani ograničenja i traže se vrijednosti atributa skupa *RHS*,
- pristupa se podacima relacije koja se nalazi na lijevoj strani ograničenja i traže se vrijednosti atributa skupa *LHS* koji nemaju nula vrijednost (traže se samo različite vrijednosti),
- ukoliko se skupovi rezultata ova dva traženja poklapaju, može se pretpostaviti da između šema relacija N_l i N_r postoji ograničenje inverznog referencijalnog integriteta, $N_r[RHS] \subseteq N_l[LHS]$.

Treba naglasiti da projektant, na kraju, odlučuje da li se radi o ograničenju inverznog referencijalnog integriteta ili je samo možda vremenom došlo do toga da za svaku različitu vrijednost atributa iz *RHS* referencirane šeme relacije postoji bar jedna torka iz referencirajuće šeme relacije koja je referencira.

Sledeći korak u procesu reverznog inženjeringa je generisanje XML specifikacije logičke šeme baze podataka, smeštene u repozitorijumu okruženja *IIS*Studio*. Ovo radi *XML Transformer* modul. On uzima podatke iz repozitorijuma okruženja *IIS*Studio*, koji predstavljaju formalni opis logičke šeme baze podataka, nastale kao rezultat iz prethodna dva modula, i primjenjuje algoritam za kreiranje XML specifikacije na osnovu predefinisane XML šeme.

XML specifikacija, koja je rezultat prethodnog koraka, predstavlja ulaz za modul *M2M Transformer* prilikom izvršavanja sledećeg koraka u procesu reverznog inženjeringa. Transformacija modela predstavlja konceptualizaciju modela postojeće baze podataka, ekstrahovanog u prethodnim koracima. Transformaciju čini kompozicija pojedinačnih transformacija u kojima model na izlazu iz jedne transformacije predstavlja model na ulazu u drugu. Rezultat transformacije je konceptualna

šema baze podataka zasnovana na tipovima formi. Modul *XML Transformer* omogućava, takođe, da se konceptualna šema baze podataka, koja se dobija kao rezultat transformacije, realizovane pomoću modula *M2M Transformer* i opisana sintaksom XML jezika, smjesti u repozitorijum okruženja *IIS*Studio*. XML specifikacija, dobijena na izlazu iz modula *M2M Transformer*, sadrži informacije o tipovima formi, tipovima komponenti, atributima, ograničenjima ključa, ograničenjima jedinstvenosti i *check* ograničenjima.

Posljednji korak, prilikom realizacije procesa reverznog inženjeringa, jeste generisanje modela tipova formi. U okviru tog koraka preuzimaju se podaci iz repozitorijuma okruženja *IIS*Studio*, nastali kao rezultat prethodnog koraka. Nakon smještanja u repozitorijum okruženja *IIS*Studio*, sve tipove formi, kao i osnovne koncepte modela aplikacije, nastale transformacijom, korisnik može pregledati putem alata *IIS*Case*, odakle može započeti postupak *forward* inženjeringa.

5. ZAKLJUČAK

Baze podataka smatraju se jednim od najosnovnijih artefakata, jer uobičajeno sadrže većinu informacija nekog sistema. Pojava novih zahtjeva, potreba za izmjenama u okviru postojeće baze podataka ili prelazak na neki novi SUBP su procesi koji nisu neuobičajeni za sisteme baza podataka. Proces reverznog inženjeringa može biti namjenjen podršci ovih procesa.

Postupak reverznog inženjeringa implementiran je u okviru alata *IIS*Ree*, koji se nalazi u okviru okruženja *IIS*Studio*. Za realizaciju procesa reverznog inženjeringa realizovani su moduli *Legacy System Interface*, *MetaData Validator & Constraints Discoverer* i *XML Transformer*, dok je modul *M2M Transformer* rezultat istraživanja u okviru doktorske disertacije [6].

Tri faze koje su karakteristične za implementirani proces reverznog inženjeringa su faza ekstrakcije, faza konceptualizacije i faza vizuelizacije. U okviru faze ekstrakcije vrši se ekstrahovanje modela izvorne baze podataka, gdje se kao glavni izvor koristi riječnik podataka pomenute baze. Pored toga, ova faza obuhvata razrješavanje kolizija u nazivima atributa i pronalaženje kandidata za ograničenja inverznog referencijalnog integriteta. Prilikom pronalaženja kandidata za ograničenja inverznog referencijalnog integriteta, pored riječnika podataka koriste se i podaci koji se nalaze u izvornoj bazi podataka. Podaci, koji su dobijeni u fazi ekstrakcije, čuvaju se u okviru repozitorijuma *IIS*Studio* okruženja.

U okviru faze konceptualizacije vrši se generisanje XML specifikacije logičke šeme baze podataka, smještene u repozitorijumu okruženja *IIS*Studio*. Ovaj korak je neophodan zbog povezivanja sa modulom *M2M Transformer* koji je, za razliku od prethodno prikazanih modula implementiranih u okviru okruženja *Oracle JDeveloper*, implementiran u *Eclipse* okruženju. XML specifikacija se generiše na osnovu XML šeme koja sadrži informacije o tabelama, kolonama, ograničenjima i tipovima podataka izvorne baze podataka. Pored toga, u okviru faze konceptualizacije vrše se transformacije za prevođenje relacione šeme podataka u konceptualni model zasnovan na tipovima formi. XML specifikacija,

nastala kao rezultat tih transformacija, predstavlja ulaz za fazu vizuelizacije.

U okviru faze vizuelizacije vrši se parsiranje XML specifikacije, koja je formirana na osnovu XML šeme, koja sadrži informacije o aplikativnim sistemima, tipovima formi, tipovima komponenti, njihovim atributima, ključevima i operacijama koje su dozvoljene nad tipovima komponenti. Nakon parsiranja XML specifikacije, informacije o tipovima formi biće sačuvane u repozitorijumu okruženja *IIS*Studio*. Prikazom dobijenih informacija završava se proces reverznog inženjeringa.

Jedan od pravaca budućih istraživanja biće posvećen proširivanju *IIS*Ree* alata modulima, koji bi na ulazu podržali i druge proizvođače relacionih sistema za upravljanje bazama podataka ili sisteme za upravljanje bazama podataka, zasnovane na nekim drugim modelima podataka, kao što su objektni, objektno-relacioni ili XML model. Budući istraživački napor biće posvećeni kreiranju novog vizuelno orijentisanog alata koji je namenjen zadavanju specifikacija tipova formi. Pored navedenog, stvara se osnova za razvoj parsera koji će vršiti provjeru semantičke ispravnosti modela, kao što je provjera da li postoje kolizije *check* ograničenja. Takođe, jedan od ne manje važnih pravaca daljeg razvoja mogao bi biti i rad na dovođenju laboratorijske verzije alata *IIS*Ree* i čitavog okruženja *IIS*Studio* u stanje spremnosti za komercijalnu upotrebu.

6. LITERATURA

- [1] Chikofsky EJ, Cross JH. *Reverse engineering and design recovery: A taxonomy*. IEEE Software 1990.
- [2] Chiang R, Barron T, Storey VC. *Reverse engineering of relational databases: Extracting of an EER model from a relational database*. Journal of Data and Knowledge Engineering 1994.
- [3] Carlo Batini, Stefano Ceri, Shamkant B. Navathe, *Conceptual Database Design – An Entity-Relationship Approach*. Benjamin/Cummings, 1992.
- [4] Oreste Signore, Mario Loffredo, Mauro Gregori, Marco Cima, *Using Procedural Patterns in Abstracting Relational Schemata*, in Proc. of the 13th International Conference on Entity-Relationship Approach, Lecture Notes in Computer Science, Volume 881, Dec. 1994.
- [5] Polo M, Garcia-Rodriguez I, Piattini M, *An MDA-based approach for database reengineering*, Wiley InterScience, dostupno na: www.interscience.wiley.com, DOI: 10.1002/smr.353, 2007.
- [6] Slavica Aleksić, *Metode transformacija šema baze podataka u obezbeđenju reinženjeringa informacionih sistema*, Doktorska disertacija, Novi Sad, 2013.

Kratka biografija:



Milanka Bjelica rođena je u Mostaru 1989. god. Fakultet tehničkih nauka upisala je 2008. god. Bečelov rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranila je 2012. god. Master rad iz iste oblasti odbranila je 2013. god.

PROCENA VREMENA POTREBNOG ZA OTKLANJANJE KVARA U ELEKTRIČNOJ MREŽI**ESTIMATION OF POWER SYSTEM RESTORATION TIME**David Bakoč, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je razmotreno šta utiče na dužinu otklanjanja kvara u električnoj mreži. Formirana je istorijska baza podataka relevantnih za otklanjanje kvara u električnoj mreži. Odabran je postupak po kome će se, na osnovu raspoloživih istorijskih podataka, brzo i precizno obaviti procena vremena potrebnog za otklanjanje kvara u električnoj mreži. Na bazi odabranog postupka razvijen je odgovarajući softverski sistem.

Abstract – This paper analyzes the factors that affect duration of restoration time in power systems. Historical database was formed with enough data required to repair a defect in the power system. A method was chosen which could be able to quickly and accurately estimate the restoration time based on historical data. Appropriate software system was developed which applies the selected method.

Gljučne reči: prediction, power systems, neural networks

1. UVOD

Pod uticajem raznih spoljašnjih sila, kako predvidivih tako i nepredvidivih, može doći do obustave isporučivanja električne energije određenoj ulici ili delu naseljenog mesta.

Nakon što se ovakav incident dogodi, potrebno je u što kraćem vremenskom roku rešiti nastali problem i vratiti sistem u prvobitno stanje. U ovom radu je opisan jedan način predviđanja koliko je vremena potrebno za otklanjanje novonastalog problema u električnoj mreži nakon prijavljivanja havarije (incidenta).

Predikcija se izvodi na osnovu već poznatih istorijskih podataka iz baze. Do rešenja se može doći upoređivanjem vrednosti određenih parametara već zabeleženih incidenata sa poznatim parametrima novonastalog incidenta. Kada se takvi incidenti pronađu u bazi, posmatra se koliko je vremena tada bilo potrebno za otklanjanje problema i to vreme se predlaže kao moguće vreme trajanja rešavanja novonastalog problema.

U cilju bržeg odziva, tj. dobijanja krajnjeg rezultata, korišćena je neuronska mreža umesto standardne pretrage baze podataka. Pored navedenog, razlog za izbor neuronske mreže je njena pogodnost u prepoznavanju određenih šablona i ponavljanja u podacima.

NAPOMENA:

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

2. OPIS I IMPLEMENTACIJA REŠAVANOG PROBLEMA

Prilikom svakodnevnog rada električne mreže, zbog raznih spoljašnjih uticaja može doći do incidenata ili havarija. Uzroci mogu biti različitih tipova i intenziteta, od pregorelog dela žice do požara čitavog postrojenja. Nakon prijavljivanja nastalog incidenta, potrebno je izvršiti procenu koliko je vremena potrebno za otklanjanje svih kvarova i ponovno puštanje napajanja električnom energijom (puštanja u ponovni rad).

2.1 Relevantni ulazi

Ulazni podaci koji utiču na izlaznu vrednost, tj. vreme potrebno za rešavanje incidenta su sledeći:

Broj krajnjih korisnika koji su zahvaćeni havarijom. Ovo je ujedno i jedan od najbitnijih ulaza koji utiče na procenu potrebnog vremena za otklanjanje kvara

Tip uzroka koji je doveo do obustave napajanja električnom energijom. Predstavlja grupu pod-uzroka, sa nekim zajedničkim karakteristikama, koja je dovela do havarije u sistemu. U ovu grupu spadaju: vremenske nepogode, ljudski uticaji, neispravna oprema, uticaj životinja, planirana isključenja i grupa ostalih pod-uzroka koji nigde ne mogu biti klasifikovani.

Pod-uzrok, tj. konkretan uzročnik havarije.

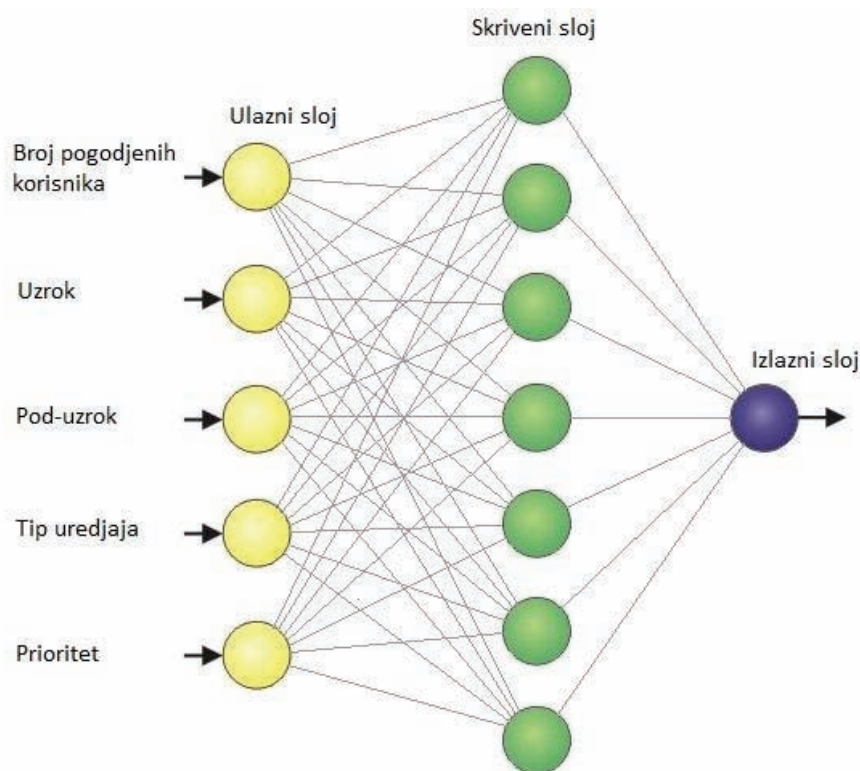
Tip uređaja predstavlja uređaj kog je zahvatio kvar. Tu spadaju *power transformer 2W*, *power transformer 3W*, *tap changer*, *transformer area*, *feeder*, *energy source*, *breaker*.

Prioritet rešavanja incidenta je vrednost od jedan do pet, gde vrednost **1** ima najveći prioritet. Tu uglavnom spadaju incidenti zbog kojih je odsečen veći broj ljudi ili gde je bolnica ostala bez napajanja električnom energijom. Najveći prioritet imaju incidenti gde su zahvaćene bolnice.

2.2 Primena neuronske mreže u rešavanju problema

Neuronske mreže mogu naći svoju primenu u situacijama gde ima više promenljivih koje utiču na rezultat, kao što je slučaj u ovom radu. Za implementaciju rada korišćena je *feed-forward* neuronska mreža sa *backpropagation* [1] algoritmom za obučavanje. Mreža sadrži tri sloja neurona, po jedan izlazni i ulazni sloj, kao i jedan skriveni sloj (slika 1).

Iako se u aplikaciji koristi spomenuta konfiguracija slojeva i neurona, ona nije fiksirana na te vrednosti. Aplikacija je tako dizajnirana da je moguće promeniti broj slojeva ili neurona u slojevima, menjanjem vrednosti odgovarajućih konstanti.



Slika 1 – Konfiguracija korišćene neuronske mreže

Razlog primene neuronske mreže za rešavanje problema, umesto klasičnog pretraživanja baze, je brži odziv, tj. brže pronalaženje rešenja.

S obzirom da je neuronska mreža već obučena, rezultat se dobija trenutno. Suprotno tome, bilo bi potrebno pretraživati celu bazu (ili deo nje), koja često sadrži veliki broj podataka koje bi trebalo obraditi.

Procedura, kroz koju je neizbežno proći, je inicijalno obučavanje neuronske mreže, koje zahteva određeno vreme za izvršavanje, u zavisnosti od veličine obučavajućeg skupa podataka. Dobra strana je što se ovaj proces izvršava jednom, a naknadno obučavanje novim podacima traje znatno kraće.

Svi elementi obučavajućeg skupa se dovode na ulaz i računa se izlazna vrednost na osnovu njih. Prolazak kroz sve elemente skupa predstavlja jednu epohu. Kriterijum obustavljanja obučavanja je ispunjavanje jednog od dva uslova, a to su:

1. procenat obučenosti mreže je dostigao prag definisan konstantom ili

2. dostignut je broj epoha koji je definisan konstantom

Sastavni element svake epohe je preuzimanje jednog vektora obučavajućeg skupa i njegovo propuštanje kroz neuronsku mrežu. Pre računanja izlaznih vrednosti potrebno je izvršiti konvertovanje ulaznih podataka u **double** tip nad kojim operiše neuronska mreža. Nakon toga se vrši računanje izlaznih vrednosti pomoću trenutno zatečenih vrednosti težina.

Kada su izlazne vrednosti dostupne, započinje se računanje delti [2] i podešavanje težina. Ovaj proces se vrši u nazad, od izlaza prema ulazu. Vrednosti izračunatih delti će biti sačuvane u odgovarajućem neuronu za dalju upotrebu. Dalje se računaju delte za neurone smeštene u skrivenim slojevima. Kao i kod neurona u izlaznom sloju,

izračunate vrednosti delte se čuvaju u pripadnim neuronima.

2.3 Izvori podataka za obučavanje

Izvor podataka za obučavanje neuronske mreže predstavlja baza podataka sa istorijom već zabeleženih incidenata i otklonjenim problemom. Istorijski podaci moraju biti dovoljno obimni kako bi mreža bila ispravno obučena.

Gledajući izvorni kod, izvor obučavajućeg skupa predstavlja C# interfejs koga implementiraju konkretni dobavljači podataka. Na taj način, lako se mogu menjati implementacije bez internih izmena u samoj neuronskoj mreži. Ovo je posebno bilo pogodno prilikom razvoja aplikacije, s obzirom da u početku nisu bili dostupni podaci baze. Krajnji rezultat dobavljanja podataka je lista objekata, gde jedan objekat predstavlja par ulaznih vektora i vektora očekivanih izlaznih vrednosti.

2.4 Implementacija neurona

Neuron je posebna klasa u dizajnu aplikacije. Sadrži vektor težina, vektor razlika vrednosti izračunatih težina i prethodnih težina, deltu i izlaznu vrednost. Prilikom inicijalizacije i kreiranja neurona potrebno je kreirati i postaviti vrednosti vektora razlika težina na nulu.

S obzirom da je potrebno posebno računati delte za izlazni i za skrivene slojeve, postoje i dve metode neurona koje to omogućavaju.

Za podešavanje i ažuriranje vrednosti težina koristi se posebna metoda neurona, gde je od argumenata neophodno proslediti neurone prethodnog sloja. Vektor razlika vrednosti izračunatih težina i prethodnih težina služi za dodavanje momentuma na promenu težina u cilju stabilizacije konvergiranja ka rešenju, bez velikog

smanjivanja vrednosti brzine konvergiranja. Svaki neuron će čuvati izračunatu vrednost na izlazu, jer se ta vrednost dalje koristi za ažuriranje težina.

2.5 Konverter vrednosti ulaznih i izlaznih vektora

Ulazne i izlazne vrednosti neuronske mreže mogu biti raznih tipova, jer se podaci očitavaju iz baze. Sa druge strane, sama mreža može da funkcioniše samo sa realnim brojevima. Sve enumeracije i stringovi se na neki način moraju predstaviti numerički. Toj svrsi služi konverter vektora ulaznih i izlaznih vrednosti. On sadrži u sebi metode za pretvaranje ulaznog vektora tipa objekat u vektor vrednosti tipa double. Po istom principu se konvertuje izlazni vektor tipa double u vektor konkretnog traženog tipa na izlazu.

Čest je slučaj da pojedini elementi ulaznog vektora imaju mnogo veće vrednosti u odnosu na ostale elemente vektora, pa bi njihov uticaj na rešenje samim tim bio veći. Da bi se ovakav slučaj izbegao, potrebno je, pored pretvaranja vrednosti jednog tipa u drugi, obezbediti i skaliranje vrednosti, kako bi se pojedina odstupanja od normale svela na minimum.

2.6 XML serijalizacija

S obzirom da obučavanje neuronske mreže zahteva određeno vreme i procesorske resurse, ne bi bilo pogodno ovaj proces izvršavati prilikom svakog pokretanja aplikacije.

U tu svrhu je omogućeno upisivanje i čuvanje podataka o već obučenoj mreži u XML datoteci. Korenski element je *XNeuralNetwork* koji predstavlja kontejner za sve ostale podatke koji se čuvaju. Pored osnovnih podataka, kao što je statistika obučavanja, ova klasa sadrži i dva posebna elementa klase *XGroup*. Ova klasa služi za čuvanje vrednosti vektora težina za svaki neuron pojedinačno, određenog sloja.

Razlog za postojanje dva posebna elementa klase *XGroup* je čuvanje inicijalnih vrednosti težina i za vrednosti težina koje su već prošle kroz proces obuke. Čuvanje inicijalnih vrednosti je bilo od koristi za praćenje kakve inicijalne vrednosti daju dobre rezultate nakon obuke.

3. PRIKAZ IMPLEMENTIRANOG REŠENJA

Platforma za razvijanje softvera, na kojoj je izgrađena aplikacija opisana u ovom radu, je .NET Framework, verzija 4.0 [3].

Prilikom pokretanja izvršavanja programa, kojom se upravlja preko konzole, proverava se da li postoje sačuvani podaci o već obučenoj mreži, smešteni u datoteku u posebnom direktorijumu, čiju putanju je moguće konfigurisati. Ukoliko je takva datoteka dostupna, svi podaci o neuronskoj mreži, od kojih su najbitnije vrednosti težina, se učitavaju. Od tog trenutka moguće je traženje rešenja na osnovu ulaznih podataka, bez obzira da li su vrednosti težina ispravne ili ne. U slučaju da ne postoji ovakva datoteka, biće nasumično generisane vrednosti težina i korisnik će biti obavešten da je neophodno obučiti mrežu.

Nakon potencijalnog učitavanja podataka o mreži, korisniku je omogućeno da unosi sledeće komande (uključujući i odgovarajuće skraćenice):

help (h) - Štampa sve komande i njihove skraćenice zajedno sa objašnjenjem njihove funkcionalnosti

exit, quit (e,q) - Prekidanje rada programa

calc (c) - Započinjanje unosa ulaznih vrednosti u cilju traženja rezultata

train (t) - Iniciranje procesa obučavanja neuronske mreže

save (s) - Čuvanje obučene mreže u datoteci

load (l) - Učitavanje podataka obučene mreže iz datoteke.

Računanje izlazne vrednosti se vrši unosom komande **calc** ili skraćeno **c**. Korisniku se tada omogućava unos svake vrednosti pojedinačno. Za unos brojevanih vrednosti postoji validiranje i ukoliko je unesen pogrešan karakter kao što je slovo ili bilo koji drugi karakter koji nije cifra, korisniku će biti omogućen ponovni unos samo pogrešne vrednosti. Za obustavljanje unosa elemenata, potrebno je uneti vrednost **q**.

Obučavanje neuronske mreže podrazumeva primenu *backpropagation* algoritma, odnosno podešavanje vrednosti težina. Nakon iniciranja ovog procesa, na konzoli se ispisuje početno vreme obuke zajedno sa datumom. S obzirom da je definisan maksimalan broj iteracija za obuku, moguće je procentualno izračunati koliko je iteracija prošlo. Pored toga, ispisuje se i koliko je mreža obučena u procentima. Kriterijum prekidanja procesa obučavanja je prolazanje kroz maksimalan broj iteracija ili obučavanja mreže do određenog procenta, čija je vrednost konfigurabilna. Nakon procesa obuke ispisuje se ukupni broj prođenih iteracija kao i obučenosť mreže u procentima. Postoje tri tipa obučenosť mreže:

procenti dobrih rezultata predstavljaju rezultate koji se nalaze u nekoj okolini tražene vrednosti koja je unapred definisana.

procenti prihvatljivih rezultata obuhvataju sva ona rešenja koja ne pripadaju dobrim rezultatima, a nalaze se u nekoj okolini tražene vrednosti koja je veća od okoline dobrih rezultata.

procenti loših rezultata obuhvataju sva rešenja koja ne pripadaju nijednom od prethodna dva skupa.

Nakon zadovoljavajućeg obučavanja mreže, korisniku je omogućeno čuvanje vrednosti podešene mreže u XML datoteku. Podaci koji se čuvaju su: inicijalne vrednosti težina, podešene vrednosti težina, procenat dobrih rezultata, procenat prihvatljivih rezultata, datum i vreme početka obučavanja, datum i vreme završetka obučavanja, broj iteracija koji su doveli do traženog rešenja (ili maksimalan broj iteracija, ako procenat obučenosť nije prešao prag) i broj elemenata (parova ulaznih i očekivanih vrednosti) u obučavajućem skupu. Naziv kreirane datoteke će u sebi sadržati procenat dobrih i prihvatljivih rezultata, datum i vreme kreiranja datoteke, broj neurona po slojevima i broj elemenata obučavajućeg skupa. Ako iz nekog razloga nije moguće sačuvati pomenute podatke u datoteci, korisnik će o tome biti obavešten.

Ukoliko nakon pokretanja nije moguće automatski očitati podatke o obučenoj mreži, korisnik ima mogućnost da sam izabere datoteku iz koje će učitati podatke. Pored ispravne sintakse XML datoteke, uslovi za ispravno učitavanje su i poklapanje broja slojeva, broja neurona po sloju i broja težina po neuronu sa očekivanim vrednostima po kojima je sistem podešen. Na kraju, potreban uslov je i mogućnost kreiranja objekta funkcije aktivacije na osnovu očitano naziva klase. U slučaju neslaganja, tj. ne poštovanja uslova, doći će do greške i mreža neće moći

da bude pravilno podešena. Umesto toga, nasumične vrednosti težina će biti generisane i neophodna je dalja obuka mreže.

4. STATISTIČKA ANALIZA OBUČAVANJA NEURONSKE MREŽE

Postoje mnogi faktori koji utiču na rezultat i brzinu obučavanja neuronske mreže. Glavni uticaj imaju inicijalne vrednosti vektora težina, po svakom neuronu pojedinačno. U nastavku su dati rezultati testiranja obučavanja uz menjanje pojedinih parametara.

S obzirom da nisu bili dostupni realni podaci (prikupljeni sa terena), korišćeni su podaci koji su početno bili nasumično generisani. koje je dalje bilo potrebno ručno modifikovati da bi baza imala većeg smisla. Uvedene su pretpostavke kao što je da će za veću havariju biti prekinut dovod električne energije većem broju ljudi. Pored toga, uvedena je i pretpostavka da će se duže opravljati veći kvarovi. Oправка kvarova može da traje od 2 do 48 sati.

4.1 Inicijalno obučavanje

Prilikom prvog pokretanja aplikacije, ukoliko nisu obezbeđeni podaci o obučenosti neuronske mreže, biće izvršeno popunjavanje vektora težina vrednostima generisanim nasumičnim izborom. Te vrednosti predstavljaju realne brojeve, u intervalu od -1 do 1. Nakon testiranja nekoliko primera inicijalnog obučavanja, dolazi se do zaključka da su za obučavanje neuronske mreže bila potrebna različita vremena, iako je broj elemenata obučavajućeg skupa bio jednak za svaki pokušaj. Jedino što se menjalo prilikom svakog pokušaja jesu inicijalne vrednosti vektora težina neurona. S obzirom da se ove vrednosti generišu nasumično, nije moguće predvideti koliko će vremena biti potrebno za svako obučavanje. Za posmatrane primere, to vreme je bilo od dva do trinaest minuta.

4.2 Inicijalno obučavanje sa manjim brojem elemenata obučavajućeg skupa

Radi poređenja potrebnog vremena za obučavanje neuronske mreže sa različitim brojem elemenata za obuku, testirano je nekoliko primera potrebnog vremena obuke za manji broj elemenata obučavajućeg skupa.

Kao što je i bilo očekivano, vreme potrebno za obučavanje je kraće u odnosu na gore testirane primere, s obzirom da je broj elemenata obučavajućeg skupa sada bio tri puta manji. Međutim, vredno je zapaziti da se broj potrebnih iteracija nije smanjio. U proseku, potreban je podjednak broj iteracija za uspešno obučavanje neuronske mreže u obe situacije.

4.3 Naknadno obučavanje mreže svežim podacima

Da bi se izbeglo obučavanje neuronske mreže iz početka svaki put kada se pojave novi podaci u bazi, omogućeno je naknadno obučavanje postojeće mreže. Ovaj proces vremenski zavisi od broja novih elemenata koji su dodati u bazu podataka i od toga da li se ponavlja šablon koji je postojao u elementima u bazi pre naknadnog obučavanja. Ukoliko su podaci na neki način nevalidni, tj. ne uklapaju se u šablon, oni predstavljaju šum i kao takvi uvek će

ometati naknadno obučavanje mreže. Ovakve podatke bi trebalo izolovati, jer ne daju doprinos sistemu.

Za svako inicijalno obučavanje je dato nekoliko primera obučavanja, gde se broj elemenata novih podataka razlikuje. Rezultati testiranja pokazuju da vreme naknadne obuke ne mora obavezno biti srazmerno broju novih podataka. Relevantan faktor je i sličnost novih podataka sa postojećim. Što su podaci sličniji, tj. što se više uklapaju u formirani šablon, to će i proces naknadne obuke biti brži.

4.4 Neuspešno obučavanje

Proces obučavanja neuronske mreže ne mora uvek da donese dobre rezultate. S obzirom da se inicijalne vrednosti težina nasumično generišu, može se desiti da za postavljenu gornju granicu dozvoljenog broja iteracija, proces obuke ne uspe da dostigne traženi procenat obučenosti neuronske mreže. U takvim situacijama je potrebno ili nastaviti proces obuke sa većim brojem iteracija ili započeti novi proces sa ponovno generisanim vrednostima vektora težina. Nakon testiranja 25 procesa obučavanja, 5 je rezultovalo neuspešnim pokušajima.

5. ZAKLJUČAK

U radu je opisano rešavanje problema procene potrebnog vremena za otklanjanje nastalog problema u električnoj mreži. Primena neuronske mreže za ovu procenu se pokazala efikasnom. Njena arhitektura je konfigurabilna, jer podržava promene broja ili tipa ulaza.

Kao dalji korak razvoja bi svakako bilo testiranje sistema nad realnim podacima uz eventualno konfigurisanje broja slojeva i neurona kao i odgovarajućih konstanti. Dodatni korak bi mogao biti pažljiv odabir podataka obučavajućeg skupa i kreiranja posebne baze u koju se smeštaju odabrani podaci. Na ovaj način bi proces obučavanja bio brži, a nevalidni podaci (šumovi) bi bili odstranjeni. Implementacija novog izvora podataka ne bi zahtevala nikakvu izmenu u arhitekturi mreže, s obzirom da su te dve celine potpuno razdvojene.

6. LITERATURA

- [1] *Werbos, Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Sciences*
- [2] *B. Widrow and M.E. Hoff, Jr., Adaptive Switching Circuits - IRE WESCON Convention Record, 4:96-104*
- [3] *MSDN .NET Framework 4, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/w0x726c2%28v=vs.100%29.aspx>*

Kratka biografija:



David Bakoč je rođen 1989. godine u Vršcu. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2008. godine. Diplomirao je 2012. godine na usmerenju Primenjene računarske nauke i informatika.

TESTIRANJE FUNKCIONALNOSTI RELEJNE ZAŠTITE U SOFTVERSKIM REŠENJIMA**TESTING RELAY PROTECTION FUNCTIONALITY IN SOFTWARE PACKAGES***Vigor Vavan, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je dat uvid u metode i procese softverskog testiranja. Prikazane su prednosti i koristi automatizacije testiranja. Date su osnovne relacije i objašnjena prekostrujne i distantne zaštite. Dati su potrebni statički i dinamički podaci potrebni za ispravno podešenje i funkcionisanje relejne zaštite. Na primjerima promjene mjesta simuliranja kratkog spoja pokazano je ispravno djelovanje relejne zaštite.

Abstract – This paper gives an insight into methods and processes of software testing. The paper presents advantages and benefits of test automation. It provides basic relations and explanations of overcurrent and distance relay protection. Also, it provides the necessary static and dynamic data required for proper setting and operation of power system protection. Paper provides examples where is shown the proper operation of relay protection, e.g. changing location for fault current simulating.

Ključne riječi: Softversko testiranje, automatsko testiranje, relejna zaštita

1. UVOD

Električna energija je univerzalni vid energije bez koje se ne može zamisliti funkcionisanje savremenog društva. Prenos i distribuciju električne energije omogućava elektroenergetski sistem. Da bi elektroenergetski sistem mogao da funkcioniše neophodno je obezbijediti zaštitu njegovih elemenata.

Uprkos ispravnom projektovanju i dimenzionisanju izolacije i ostalih parametara elektroenergetskog sistema, kao i pažljive izgradnje i redovnog održavanja, u pogonu se mora računati sa mogućnošću pojave kvara na praktično svakom elementu sistema. Najčešći kvarovi su kratki spojevi.

Sa obzirom na veliku vrednost štićenih objekata, kao i na značaj normalnog snabdevanja potrošača električnom energijom, relejna zaštita ima vrlo važnu ulogu u pogonu elektroenergetskih sistema kao dio automatike elektroenergetskih postrojenja za proizvodnju, prenos i distribuciju električne energije. Zadatak relejne zaštite elektroenergetskih postrojenja jeste da trajno nadzire karakteristične električne ili druge veličine (npr. struju, napon, temperaturu i sl.) štićenog objekta i da u slučaju kvara ili opasnog pogonskog stanja reaguje. Tema ovog rada jeste da

ispita procese i metode testiranja softverskih paketa za upravljanje distributivnim mrežama.

Druga glava posvećena je softverskom testiranju, vrstama, procesima i metodama testiranja. Rad je nastavljen sa osvrtom na automatsko testiranje, mogućnostima takve vrste testiranja, prednostima i višestrukoj koristi. U četvrtoj glavi data su osnovna objašnjenja o radu i vrstama releja i relejne zaštite. Glavni dio rada je posvećen opisivanju podržanih softverskih funkcionalnosti relejne zaštite, mogućnošću planiranja o mjestu i podešavanjima zaštite kao i provjeri ispravnosti iste simuliranjem realnih scenarija, simuliranjem kvarova i preopterećanja.

2. TESTIRANJE

Testiranje je proces ocjenjivanja sistema ili njegovih djelova u namjeri da pronade da li ispunjava propisane uslove ili ne. Ova aktivnost dovela je do stvarnih, očekivanih i razlika između tih rezultata. Jednostavnim riječima, testiranje se provodi na sistemu kako bi se identifikovale praznine, greške ili neispunjenje zahtjeva klijenata. Kvalitetan softver proizvoda je softver koji je u dovoljnoj mjeri bez grešaka, završen u predviđenim rokovima, ispunjava zahtjeve klijenta, održiv je. Glavne odlike kvaliteta su dobar dizajn, izgled i stil, dobra funkcionalnost, pouzdanost, dosljednost, istrajnost, dobre mogućnosti održavanja, da isplati uložena ulaganja.

Aktivnosti u okviru osnovnih procesa testiranja može se podijeliti u sledeće osnovne korake:

- Planiranje i kontrola.
- Analiza i dizajn.
- Primene i sprovođenje.
- Procena kriterijuma izlaska i izveštavanje.
- Aktivnosti zatvaranja testiranja.

Verifikacija softvera

Verifikacija osigurava da softver omogućava sve funkcionalnosti potrebne kupcu. Verifikacija se vrši na početku razvojnog procesa. Sastoji se iz sastanaka, razmjene mišljenja, kontrola itd. kako bi se procijenila dokumentacija, razmotrili planovi, zahtjevi i specifikacije sistema. Bavi se problemima kao što su: da li razvoj krenuo u pravom smjeru, da li su zahtjevi pravilno protumačeni. Provjerava se dosljednost, potpunost i ispravnost softvera u svakoj fazi razvojnog procesa

Validacija softvera

Utvrđivanje da li sistem ispunjava zahtjeve korisnika i da li obavlja poslove za koje je namijenjen. Validacija je proces koji se vrši na kraju razvojnog procesa i odvija se

NAPOMENA:

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

posle verifikacije. Određivanje ispravnosti finalnog proizvoda, poređenje sa zahtjevima i potrebama korisnika.

2.1 Vrste testiranja

Manuelno testiranje

Manuelno testiranje (eng. Manual testing) je testiranje koje se obavlja ručno, odnosno bez upotrebe automatizovanih alata i skripti. Tester preuzima ulogu krajnjeg korisnika i testira softver da indentifikuje neočekivana ponašanja i greške. Sastoji se iz više faza: jedinično testiranje, integraciono testiranje, sistemsko testiranje i „User Acceptance“ testiranje.

Za testiranje se koriste test planovi, scenariji. Manuelno testiranje obuhvata i tehnike istražnog testiranja softvera kako bi se otkrile greške.

Automatsko testiranje

Automatsko testiranje (eng. Automated testing) je testiranje kada tester uz pomoć pomoćnih softvera piše skripte i pravi automatske testove. Ovaj proces obuhvata automatizaciju manualnog testiranja. Automatizovani testovi se koriste kada je potrebno da se predu određeni scenariji brzo i više puta.

2.2 Metode testiranja

Tehnika crne kutije

Tehnika ispitivanja (eng. Black box testing) bez saznanja o djelovanju unutrašnjih dijelova softvera. Tester je nesvjestan arhitekture sistema i nema pristup izvornom kodu, ima samo interakciju sa korisničkim interfejsom sistema.

Metoda bijele kutije

Testiranje metodom bijele kutije (eng- White box testing) je testiranje unutrašnje logike i strukture koda. Da bi se izvršilo ovo testiranje tester mora da poseduje znanje o unutrašnjem djelovanju koda, mora da pogleda unutar izvornog koda da bi utvrdio koji dijelovi nedostaju i ne funkcionišu kako treba.

Metoda sive kutije

Testiranje metodom sive kutije (eng. Gray box testing) je testiranje softvera sa ograničenim znanjem o unutrašnjem radu. Veoma je bitno iskustvo testera jer u odnosu na testiranje crne kutije gdje se ima samo dodira sa korisničkim interfejsom, osoba koja testira – tester ima pristup projektnoj dokumentaciji i bazi podataka. Tester ima potrebne informacije za pripremu test plana, scenarija i mogućnost dubljeg testiranja.

2.3 Nivoi testiranja

Postoje različiti nivoi testiranja. Nivoi testiranja uključuju različite metodologije koje se mogu koristiti prilikom obavljanja testiranja softvera. Glavni nivoi testiranja su:

-Funkcionalna ispitivanja (eng. Nonfunctional testing).

-Nefunkcionalna ispitivanja (eng. Functional testing).

2.4 Nezavisno testiranje

Prednosti nezavisnog testiranja

Nezavisni tester može saznati više, druge i drugačije greške nego tester u okviru razvojnog tima ili od testera koji je po struci programer. Iako poslovni analitičari, marketing, dizajneri, programeri imaju svoje viđenje grešaka i nedostataka nezavisni tester nastupa sa drugačijim pretpostavkama što često pomaže u otkrivanju skrivenih nedostataka i problema.

Nezavisni tester koji izvještava rukovodstvo može da prijavi svoje rezultate iskreno i bez ikakve brige o posljedicama koje mogu proizaći iz prijave svojih kolega ili gore, radom vođa projekta.

Nezavisno testiranje često ima odvojen budžet što omogućava da se odgovarajući dio novca troši na obuku testera i na nabavljanje odgovarajućih alata za testiranje.

Rizici nezavisnosti i integrisanog testiranja

Postoji mogućnost da testeri i test timovi budu izolovani. Može biti u obliku međuljudskih odnosa, izolacija od programera, dizajnera i tako mogu da izgube iz vida veću sliku, kvalitet i ciljeve poslovanja. Mogu da se toliko fokusiraju na nedostatke i tako da ne shvataju prioritete rješavanja određenih problema. To dovodi do problema u komunikaciji, neprijatnosti i neprijateljstva. Čak i dobro integrisani timovi mogu da imaju ovakve probleme. Ostali učesnici u projektu mogu da vide test tim kao izvor odlaganja.

2.5 Uloge i odgovornosti testera

U planiranju i pripremi faza testiranja, testeri treba da razmotre i daju doprinos testnim planovima, analizama, procjenama zahtjeva i specifikacija projekta. Oni moraju biti uključeni ili čak primarni ljudi koji indentifikuju uslove testiranja i kreiranja testova, test slučajeva, specifikaciji test procedura, mogu i da pomognu automatizaciju testova. Kada počne izvršavanje testova broj testera se često povećava. Tester izvršava testove, procjenjuje dobijene rezultate i prijavljuje nađene probleme. Tokom procesa testiranja oni pregledavaju međusobni rad, vrše reviziju test rezultata, specifikacija i pronađenih grešaka.

3. AUTOMATSKI TESTOVI

Testiranje softvera mora često da se ponavlja tokom razvojnog ciklusa da bi se obezbjedio kvalitet. Svaki put kad se izvorni softver mijenja testove treba ponoviti. Testove je potrebno izvršiti na svim operativnim sistemima i na svim hardverskim konfiguracijama. Ručno ponavljanje ovih testova je skup i dugotrajan proces. Jednom napravljeni automatski testovi se mogu pokrenuti iznova i iznova bez dodatnih troškova i njihovo izvršenje je mnogo brže od ručnih testova. Automatizovano testiranje može znatno da smanji vrijeme za izvršavanje testova, sa nekoliko dana na nekoliko sati.

Nemoguće je automatizovati sve testove, važno je utvrditi koje scenarije treba automatizovati. Korist automatskih testova se ogleda u mogućnosti velikog broja ponavljanja. Testove koji se obavljaju samo nekoliko puta bolje je ostaviti za ručno testiranje. Dobri testovi za automatizaciju su oni slučajevi koje je potrebno često provjeravati [2].

Najviše benefita se može dobiti ako se automatizacija usmjeri na:

-Ponavljanje testova za različite instalacije.

-Testova koji imaju tendenciju da izazovu ljudske greške.

-Testiranjem rizičnih funkcionalnosti.

-Testova koje je nemoguće izvršiti ručno.

-Testova koji rade na nekoliko različitih hardverskih i softverskih platformi i konfiguracija.

-Testova koji zahtijevaju mnogo vremena kada se rade manuelno.

4. RELEJNA ZAŠTITA

Sistemi za zaštitu igraju ključnu ulogu u za bezbjedan i pouzdan rad distributivnih sistema. Ispravni zaštitni uređaji pomažu zaštitu kako ljudi tako i opreme. Relejna zaštita je potrebna kako bi se otkrili kvarovi, djelovi mreže u kojima se desio kvar izolovali i nastavio nesmetan rad dijelova mreže koji nisu pogođeni.

4.1 Uloga relejne zaštite

Uloga relejne zaštite jeste da reaguje prilikom nastanka kvara, da izoluje neispravan dio elektroenergetskog sistema i tako spriječi nastanak sljedećeg kvara i smanji štetu koju bi taj kvar izazvao. Upravo zaštita cjelokupnog elektroenergetskog sistema od kvarova se ostvaruje relejnom zaštitom.

4.2 Podjela releja

Po broju ulaznih veličina releji se dijele na:

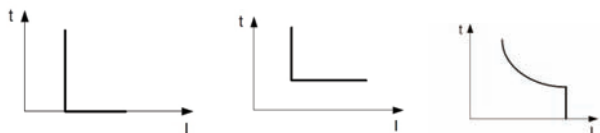
1. releje sa jednom ulaznom veličinom (strujni, naponski),
2. releje sa dvije ulazne veličine (usmjereni, distantni) i
3. releje sa tri i više ulaznih veličina (distantni, zaštite cjelokupnog postrojenja).

Pored ovih podjela postoje dvije posebne grupe releja:

1. vremenski releji kojim se obezbjeđuje djelovanje releja nakon nekoga određenog vremena, na taj način se objezbjeđuje selektivnost u radu releja i
2. pomoćni releji kojim se pojačavaju impulsi i omogućuje djelovanje na više kola.

4.2.1 Prekostrujna zaštita

Jedan od najstarijih oblika zaštita. Dijeli se na brzu prekostrujnu zaštitu, koja djeluje bez vremenskog kašnjenja, prekostrujnu zaštitu s definisanim vremenskim kašnjenjem i sa inverznom karakteristikom reagovanja.



Slika 4.2.1.1 – Vremenske karakteristike strujnih releja

Primarni prekostrujni okidači - djeluju mehaničkim putem na isključenje prekidača kada primarna struja, koja protiče kroz njihov namotaj, pređe podešenu vrijednost. Postavljaju se na mjestima gdje se ne postavljaju oštri zahtjevi u pogledu preciznosti i osjetljivosti djelovanja.

Prekostrujni sekundarni releji - najčešće se primjenjuju u zaštiti elektro - energetske postrojenja gdje se zahtijevaju tačni, osjetljivi i sigurni releji. Priključuju se na sekundarnu stranu strujnih transformatora, a prilikom djelovanja zatvaraju kontakte i na taj način izvršavaju potrebne radnje. Prema vremenskoj karakteristici, dijele se na trenutne, releje sa strujno nezavisnom i sa strujno zavisnom karakteristikom slika 4.2.1.1.

4.2.2 Distantna zaštita

Selektivnu zaštitu vodova u petljastim mrežama moguće je postići primjenom distantnih releja, koji kao kriterijum

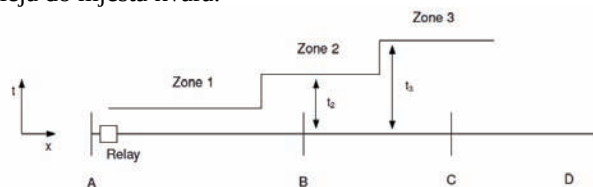
koriste udaljenost kvara od releja. Da bi distantna zaštita bila selektivna, distantni releji moraju biti usmjereni, moraju imati vrijeme reagovanja zavisno od otpora (impedanse, reaktanse) koji mjere i štice vod. To vrijeme reagovanja mora zadovoljiti princip: veća impedansa - veće vrijeme reagovanja.

$$t = kU/I, \quad (4.2.1.1)$$

gdje je k - konstanta releja.

Vremenskim članom se obezbjeđuje da vrijeme djelovanja bude proporcionalno udaljenosti do mjesta kvara.

Količnik U/I je impedansa, pa vreme djelovanja ovih releja zavisi od vrijednosti impedanse. Ako se izabere da je mjerena impedansa jednaka impedansi od mjesta ugradnje zaštite do mjesta kvara, onda će se na osnovu vrijednosti te impedanse dobiti informacija o udaljenosti releja do mjesta kvara.



Slika 4.2.2.2 – Zone djelovanja distantne zaštite

Ako se kvar nalazi unutar zone štice, mjerena impedansa je manja od podešene, daje se nalog izvršnom članu za isključenje prekidača. Na slici 4.2.2.2 prikazana je zavisnost vremena djelovanja t u odnosu na udaljenost do mjesta kvara u obliku trostepene karakteristike. Za kvar u prvoj zoni djeluje se nakon sopstvenog vremena zaštite, to je minimalno vrijeme da se tom zaštitom djeluje, to se vrijeme može smatrati približno jednako nuli. Za kvar u drugoj zoni se djeluje poslije vremena t_2 itd [3].

4.3 Sigurnost u radu i pouzdanost djelovanja

Zatajenje zaštite u slučaju kvara na štice objekta može imati katastrofalne posljedice za objekat (npr. potpuno uništenje) i velike investicione štete. Sekundarne štete (nemogućnost proizvodnje energije ili nemogućnost snabdjevanja većih potrošačkih centara) mogu da budu još veće.

Nepotrebno djelovanje zaštite je takođe vrlo neugodno jer izaziva ispad iz pogona elemenata sistema i može izazvati djelimične ili potpune raspade sistema i s tim povezane posljedice za rad potrošača. Stoga trebalo bi da releji ne budu previše spori kako ne bi došlo do oštećenja opreme ali ne treba da rade ni prebrzo što bi moglo dovesti do neželjenog rada.

5. TESTIRANJE RELEJNE ZAŠTITE

Testiranje relejne zaštite počinje provjeravanjem da li su ispunjeni zahtjevi klijenta, da li je moguće podesiti tražene opcije. Upoređuje se stanje u softveru sa željenim stanjem. Potrebno je da se u ranom okruženju utvrdi da li su sve tražene opcije, podešenja moguća. Provjerava se da li su kataloški podaci tražene zaštite ispravni, da li su pravilno uneseni. Izvještaji koji se dobijaju na izlazu

funkcija da li su ispravni. Utvrđivanje ispravnosti funkcionalnosti potrebno je provjeriti test scenarijima, isprobati rad zaštite simuliranjem mogućih realnih scenarija.

5.1 Podešenja relejne zaštite

Ova funkcionalnost je namijenjena za analizu koordinacije zaštite, za određene vrste i lokacije kvara u distributivnoj mreži, koristi se kao sredstvo za planiranje. Zaštitni uređaji, releji, reklozeri, osigurači, smješteni između kvara i napojnih stanica su uzeti u obzir u analizi. Analiza podržava sve vrste kratkih spojeva. Kao rezultat analize dobijaju se dijagrami sa prikazom zaštitnih krivih.

5.2 Relejna zaštita

Relejna zaštita kao funkcionalnost se koristi za analizu rada, osjetljivosti, koordinaciji relejne zaštite i drugih zaštitnih uređaja, prekidačke opreme i osigurača. Pruža uvid u postavljanje zaštitnih uređaja, efektivan pregled svih zaštitnih karakteristika itd. Sve analize se vrše za određenu topologiju mreže, stanje mreže, za određenu lokaciju i vrstu kvara.

Poslije odabira jednog od tipova releja, treba odabrati tip kvara tj. tip kratkog spoja. Postoje sljedeći tipovi kratkog spoja:

1. L-G –jednopolni kratak spoj (zemljospoj),
2. L-L – dvopolni kratak spoj,
3. L-L-G – dvopolni kratak spoj sa zemljom i
4. L-L-L – tropolni kratak spoj.

Ova funkcionalnost se koristi za analizu rada zaštitnih uređaja za izabranu vrstu i mjesto kvara, za provjeru zaštite, osjetljivost iste, za odabrani tip releja, provjera zaštićenosti primarne zone.

5.3 Osnovna testiranja

Testiranje relejne zaštite na promjenu udaljenosti simuliranja kratkog spoja od mjesta postavljanja releja. Tropolni kratak spoj simuliran je na prvoj sekciji koju pokriva zaštita, na sredini i na najudaljenijoj tački koja je pokrivena relejnom zaštitom. Dio mreže korišćen za ispitivanja je na istom naponskom nivou. Posmatra se vod na kome postoje sledeće relejne zaštite:

Strujni releji (eng. Current relays):

- 50 – phase instantaneous overcurrent relays,
- 51 – timed phase overcurrent relays,
- 51N – timed ground overcurrent relays.

Distantni releji (eng. Distance relays):

- 21- phase distance relays

Kada se ima kratak spoj u transformatorskoj stanici tada su jačine struje kvara najveće, a što se mesto kvara udaljava, one se smanjuju, te se može konstatovati da relejna zaštita ispravno radi, a da je test uspešan.

Grafička reprezentacija rezultata simuliranja kvara sastoji se iz niza vrednosti:

-vrsta zaštite, data u ANSI¹ numeraciji;

-podešenje relejne zaštite, za distantnu zaštitu vrijednost podešene impedanse, za prekostrujnu zaštitu vrijednost jačine struje;

-mjerena vrijednost podešene veličine na mjestu postavljanja releja;

-vrijeme reagovanja.

Na kraju štice zone simuliran je kratak spoj sa najmanjim vrijednostima struja kratkog spoja. S obzirom da su i ovakve vrednosti struje uzete u obzir prilikom podešenja zaštite, očekuje se da će zaštita da odreaguje, pa se smatra da jer test uspješan.

Spuštanjem niže u distributivnu mrežu, spuštanjem na niski naponski nivo zaštitu preuzimaju osigurači.

6. ZAKJUČAK

U ovom radu opisane su vrste i tehnike testiranja, pokazano je da je testiranje neizostavan proces razvoja nekog softvera.

Testiranjem se provjeravaju ne samo kataloški podaci postavljene relejne zaštite, nego i svrsishodnost mjesta postavljanja zaštite. Za pravilno testiranje funkcionalnosti potrebno je simulirati realne scenarije, simulirati različite vrste kvarova, kratkih spojeva, na raznim mjestima u šemi.

Automatsko testiranje pomaže da se postigne veća pokrivenost testovima. Daje mogućnost ponovnog ponavljanja testova bez ljudske greške, zamaranja i netačnog izvršavanja. Prednosti automatskog testiranja su očigledne, ali za komplikovane test scenarije je neophodno primeniti i manuelno testiranje.

7. LITERATURA

[1] <http://istqbexamcertification.com>

[2] http://www.tutorialspoint.com/software_testing

[3] D. Bekut: Relejna zaštita, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2009.

Kratka biografija:



Vigor Vavan rođen je u Sarajevu 1989. Godine. Fakultet Tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2008/ 2009, smjer energetika, elektronika i telekomunikacije, diplomirao na osnovim studijama 2012. god, smjer elektroenergetski sistemi. Diplomski – master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2013. godine.

¹ ANSI - Američki nacionalni zavod za standardizaciju, neprofitna organizacija koja nadgleda razvoj standarda za proizvode, usluge, procese i sisteme u SAD.

VERIFIKACIJA PRORAČUNA NESIMETRIČNIH TOKOVA SNAGA VERIFICATION OF ASYMMETRICAL LOAD FLOW CALCULATION

Nemanja Krstonošić, Predrag Vidović, Vlado Marijanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izložen je proračun nesimetričnih tokova snaga radijalnih, (ne)uravnoteženih distributivnih mreža, zasnovan na proceduri sumiranja struja i korekcija napona. Ta procedura se može naći u velikom broju referenci. Međutim, ono što ne može da se nađe u dostupnoj literaturi jeste verifikacija njene tačnosti. Utvrđivanje tačnosti te procedure osnovni je predmet ovog rada.

Abstract – This paper deals with asymmetrical load flow calculation of radial unbalanced distribution networks, based on backward/forward sweeping procedure. This procedure is present in a huge number of references. But, what can not be found in these references is verification of its results. The determination of load flow calculation exactness is the main subject of this paper.

Ključne reči: Elektroenergetski sistemi, distributivne mreže, proračun tokova snaga

1. UVOD

DMS softver je napredni softverski sistem za podršku efikasnom i optimalnom vođenju distributivnih mreža (DM). On se sastoji od alata za dinamičku vizualizaciju, praćenje i kontrolu električne DM, zajedno sa širokim spektrom funkcija za analizu pogona, planiranje i optimizaciju DM. Sistem je izgrađen na aktuelnim industrijskim standardima i moćnoj tehničkoj bazi podataka. DMS softver integrisan sa SCADA i GIS sistemima predstavlja najbolje tehničko rešenje za elektrodistributivna preduzeća [1].

Proračun tokova snaga jeste jedna od osnovnih energetskih funkcija DMS softvera. Ona se koristi za proračun ustaljenih režima radijalnih i slabo upetljenih DM. Uopšteno, model tokova snaga elektroenergetskog sistema predstavlja matematički opis balansa aktivnih i reaktivnih snaga u sistemu [2].

Proračun stacionarnih tokova snaga prenosnih mreža utvrđeni su pre više od pola veka. Oni su zasnovani na modelima prenosnih mreža, koji su napisani saglasno s linearnim metodom nezavisnih napona. Ti modeli se prevode iz termina napona i struja u termine napona i snaga. Tako, oni postaju nelinearni. Njihova rešenja su zasnovana na klasičnom Newton/Raphson-ovom metodu za rešavanje nelinearnih jednačina [3], odnosno na brzom raspregnutom metodu [4].

Proračuni stacionarnih tokova snaga DM utvrđeni su pre nekoliko decenija, ali samo za simetrične režime trofaznih

radijalnih i mreža s petljama. Osnovna pretpostavka od koje se, uobičajeno, polazi u ovim proračunima jeste uravnoteženost svih elemenata elektroenergetskog sistema – uravnotežena distributivna mreža s simetričnim režimima direktnog redosleda. Ta pretpostavka omogućava da režimi razmatranih mreža mogu da se tretiraju koristeći se pogonskim (jednofaznim, odnosno pofaznim) šemama direktnog redosleda.

U ovom radu je reč o proračunu nesimetričnih tokova snaga (ne)uravnoteženih radijalnih distributivnih mreža, odnosno njegovoj verifikaciji. Taj proračun je zasnovan na proceduri sumiranja struja i korekcija napona [5].

2. POSTAVKA PROBLEMA

Poslednjih godina razvijen je veliki broj računarskih programa za proračun nesimetričnih tokova snaga. U okviru ovih programa koriste se razne iterativne tehnike koje uzimaju u obzir različit broj pretpostavki o uprošćenjima. Iz tih razloga, javila se potreba za kreiranjem test mreža kako bi se rezultati proračuna mogli upoređivati i analizirati. Osnovna ideja ovog rada jeste numerička verifikacija tačnosti proračuna nesimetričnih tokova snaga DMS softvera na jednostavnoj IEEE test mreži [6], sa ciljem da dobijeni rezultati budu u okviru zadatih granica. Pri tome, pokazaće se da tretman vodova uravnoteženim (iako to zapravo nisu) nema značajan uticaj na proračun.

2.1 DMS funkcija Proračun tokova snaga

Funkcija Proračun tokova snaga DMS softvera, se sastoji od modula za proračun simetričnih i nesimetričnih režima. U oba slučaja koristi se isti metod proračuna koji je specijalizovan za proračune u radijalnim i slaboupetljenim mrežama. Problem kontura u mreži se rešava upotrebom kompenzacione metode, na taj način što se mreža primarno svodi na radijalnu otvaranjem kontura u određenim čvorovima, a zatim se ta promena kompenzuje kompenzacionim strujama injektiranim u čvorovima u kojima su konture otvorene [2]. Kao ulazne podatke funkciji je neophodno proslediti: model mreže sa trenutnom topologijom, napon korena mreže i specificirane snage potrošnje (fazne aktivne i reaktivne snage) svih potrošača u mreži.

3. NESIMETRIČNI TOKOVI SNAGA RADIJALNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Problem proračuna tokova snaga, ili problem bilansa snaga, opšti je problem u elektroenergetici. On se formalno isto postavlja kako za prenosne, tako i za distributivne mreže. Ono što se razlikuje u problemu tokova snaga za te dve vrste mreža jesu matematički modeli tih mreža i matematički (numerički) metodi za njihovo rešenje. Osnovu modela

NAPOMENA:

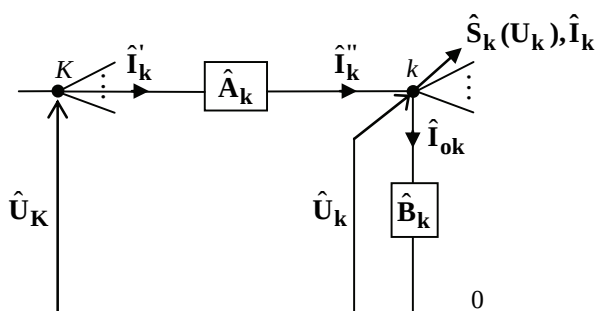
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Goran Švenda, vanr.prof.

tokova snaga prenosnih mreža čini metod nezavisnih napona (sinteza dva Kirchhoff-ova zakona). Linearni model mreže iskazan u terminima napona i struja, transformiše se u nelinearni model iskazan u terminima napona i snaga. Zbog zasnovanosti modela na metodu nezavisnih napona, kaže se da je problem tokova snaga tih mreža orijentisan na čvorove. Takav model se rešava nekom od Newton/Raphson-ovih varijanti za rešavanje sistema realnih nelinearnih jednačina. Model tokova snaga DM zasnovan je na direktnoj primeni dva Kirchhoff-ova zakona. Ponovo se linearni model mreže transformiše u nelinearni model iskazan u terminima napona i snaga. Ali u osnovi tog modela nalaze se struje grana, pa se kaže da je on orijentisan na grane. Takav model se rešava nekom od Gauss-ovih varijanti za rešavanje sistema kompleksnih nelinearnih jednačina.

Neka se razmatra (ne)uravnotežena radijalna distributivna mreža u nesimetričnom režimu. U mreži nema kontura niti uređaja s kojima se kontrolišu naponi (regulacioni generatori, kondenzatori i prigušnice). Za takvu mrežu se izlaže proračun tokova snaga.

Neka se mreža sastoji od n čvorova i $(n-1)$ -ne grane, $n \geq 2$. Sa 1 je numerisan koren mreže. On je balansni čvor sa specificiranim vektorom napona. Ostali čvorovi su tipa PQ, sa specificiranim faznim snagama potrošnje/proizvodnje potrošača koji su priključeni u njima.

Model radijalne distributivne mreže može da se konstituiše koristeći se isključivo Γ segmentima prikazanim na Slici 1. Svaki Γ segment se sastoji od redne grane i otoke. Jedan Γ segment je asociran jednoj sekciji voda ili jednom transformatoru.



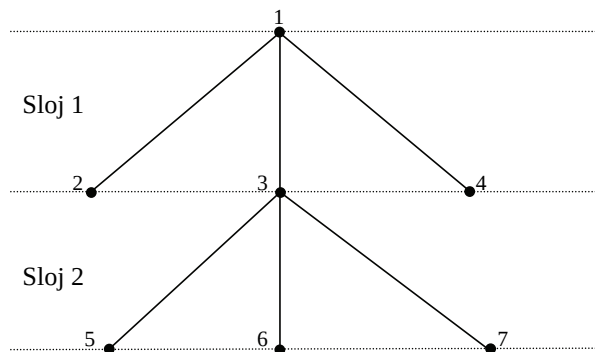
Slika 1 – Segment Γ_k radijalne distributivne mreže

Vektori struja s obe strane Γ segmenta označene su sa $\hat{\mathbf{I}}_k$ i $\hat{\mathbf{I}}_k''$, u opštem slučaju, dimenzija 3×1 . Ako je segment asociran sekciji, ti vektori su međusobno jednaki; kada je u pitanju transformator, to, generalno, nije slučaj. Sa $\hat{\mathbf{A}}_k$ označen je matični reprezent rednih parametara – redna grana segmenta Γ_k . Sa $\hat{\mathbf{B}}_k$ je označen admitantni matični reprezent otoke segmenta Γ_k : $\hat{\mathbf{B}}_k = \hat{\mathbf{Y}}_{0k}$. On predstavlja sumu admitantnih matičnih reprezenata otočnih parametara kraja sekcije ili transformatora (admitansa magnećenja) kojoj ili kojem je razmatrani segment Γ_k pridružen, otočnih parametara na počecima sekcija ili transformatora (admitansi magnećenja) koji se napajaju preko razmatrane sekcije ili transformatora (ako ih ima) i matičnih reprezenata otočnih elemenata direktno priključenih u čvoru k (npr, baterija kondenzatora). Sa $\hat{\mathbf{I}}_{0k}$ je označena struja otoke segmenta Γ_k . Dakle, matični reprezent otočnih parametara na početku

sekcije ili transformatora, kojoj ili kojem je asociran segment Γ_k , pridružen je otoki segmenta Γ_k – prethodnika razmatranog segmenta Γ_k . Ako je čvor K koren mreže (dakle, razmatrani segment Γ_k nema prethodnika), onda otočni parametri koji odgovaraju čvoru K sekcije ili transformatora, kojoj ili kojem je razmatrani segment Γ_k pridružen, ne utiču na proračun tokova snaga u ostatku mreže, pa se ne razmatraju u okviru rešavanja modela ostatka mreže. Rešenje problema tokova snaga se sastoji od proračuna kompletnog režima distributivne mreže, na bazi poznatog vektora napona korena mreže (balansnog čvora, odnosno čvora tipa ΘV) i specificiranih vektora faznih snaga potrošnje u svim ostalim čvorovima mreže (čvorovi tipa PQ). Osnovu za proračun tokova snaga radijalne mreže čini numeracija mreže po slojevima. Primer takve numeracije dat je na mreži sa sedam čvorova, koja je prikazana na Slici 2. Prave linije između čvorova odnose se na napred opisane Γ segmente. Oni, zajedno s čvorovima mreže, numerisani su na sledeći način:

1) Prvi čvor je balansni – koren mreže; drugi i ostali čvorovi (ako ih ima), koji se Γ segmentima direktno napajaju s korena (čvorovi 2, 3 i 4), pripadaju prvom sloju; a poslednji – n -ti čvor (ovde sedmi), s čvorovima koji se direktno napajaju Γ segmentima s čvorova prethodnog sloja (ovde prvog), pripadaju poslednjem sloju (ovde drugom). Redosled numeracije čvorova jednog sloja nije bitan, ali ono što jeste bitno, to je da je redni broj svakog čvora jednog sloja uvek veći od najvećeg rednog broja čvora iz prethodnog sloja, a da se pri tom redom iscrpljuju prirodni brojevi.

2) Svaki Γ segment se napaja preko jedinstvenog Γ segmenta (prethodnika), koji je pridružen odgovarajućoj sekciji voda ili transformatoru. Nema Γ segmenta čiji je drugi čvor koren (čvor 1).



Slika 2 – Numeracija čvorova radijalne mreže sa 7 čvorova

Proračun nesimetričnih tokova snaga DM zasnovan je na procedurama sumiranja struja i korekcija napona. Tokom procedure sumiranja struja obrađuju se sve grane redom od poslednje do prve. U opštem slučaju struja k -te grane se računa prema relaciji:

$$\hat{\mathbf{I}}_k'' = [\hat{S}_{ka}(U_{ka})/\hat{U}_{ka}^*, \hat{S}_{kb}(U_{kb})/\hat{U}_{kb}^*, \hat{S}_{kc}(U_{kc})/\hat{U}_{kc}^*]^T + \hat{\mathbf{Y}}_{0k} \hat{\mathbf{U}}_k \quad (3.1)$$

Sama procedura sumiranja struja razlikuje se u zavisnosti od toga da li je određen Γ segment asociran sekciji voda ili transformatoru. U slučaju transformatora, struje sekundara, koje se dobijaju na osnovu relacije (3.1) potrebno je izneti na

primar. Za spregu transformatora Y_{ny_n} to se postiže sledećom relacijom:

$$\hat{I}'_k = -\hat{Y}_{KK} \hat{Y}_{KK}^{-1} \hat{I}''_k + (\hat{Y}_{KK} - \hat{Y}_{KK} \hat{Y}_{KK}^{-1} \hat{Y}_{kk}) \hat{U}_k, \quad (3.2)$$

pri čemu matrice $\hat{Y}_{KK}$, $\hat{Y}_{Kk}$, $\hat{Y}_{kK}$ i $\hat{Y}_{kk}$ predstavljaju matrice reprezentne rednih parametara transformatora. Za spregu transformatora Dy_n matrica $\hat{Y}_{KK}$ je singularna pa se zato, ako se raspolaže s kvalitetnom aproksimacijom napona na primaru transformatora $\hat{U}_K$, a to je u iteracijama posle prve, za to iznošenje koristi relacija:

$$\hat{I}'_k = \hat{Y}_{KK} \hat{U}_K + \hat{Y}_{Kk} \hat{U}_k, \quad (3.3)$$

a u prvoj iteraciji, ovde se predlaže da se struje iznose prostom primenom normalizovanog odnosa transformacije razmatranog transformatora za simetričan režim direktnog redosleda:

$$\hat{I}'_k = \hat{I}''_k e^{jk^d \pi / 6}, \quad (3.4)$$

pri čemu je sa k^d označen sprežni broj za simetričan režim transformatora direktnog redosleda (1, 3, 5, 7, 9, ili 11). Transformatori, kod kojih su, nezavisno od namotaja primara, namotaji na sekundaru povezani u trougao ili zvezdu sa izolovanim zvezdištem, u ovom radu se ne razmatraju.

Procedura korekcije napona se sprovodi za sve grane redom od prve do poslednje. U slučaju kada je Γ segment asociran sekciji to se čini sledećom relacijom:

$$\hat{U}_k = \hat{U}_K - \hat{Z}_k \hat{I}'_k. \quad (3.5)$$

U slučaju kada je Γ segment asociran transformatoru procedura korekcije napona na sekundaru transformatora izvodi se primenom sledeće relacije (za obe vrste sprege koje se razmatraju):

$$\hat{U}_k = -\hat{Y}_{kk}^{-1} (\hat{I}''_k + \hat{Y}_{kK} \hat{U}_K). \quad (3.6)$$

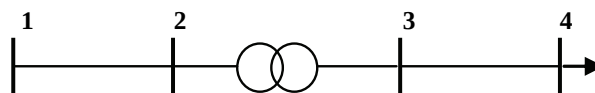
Model opisan prethodnim relacijama treba da se reši, pre svega, po stanju mreže, tj. po vektorima kompleksnih napona svih čvorova (osim korena, čiji je napon poznat). Za rešavanje tog modela na raspolaganju su Newton/Raphson-ov, Gauss-ov i Gauss/Seidel-ov metod. Za rešavanje modela DM, Newton/Raphson-ov metod nije efikasan, te je u ovom radu korišćen Gauss/Seidel-ov metod [5].

4. PRIMERI PRORAČUNA

U ovom delu je na primeru jednostavne IEEE test mreže [7] koja se sastoji od četiri čvora – Slika 3, verifikovan proračun nesimetričnih tokova snaga.

U pitanju je mreža s jednim korenom, dve sekcije, jednim trofaznim distributivnim transformatorom 12,47 kV/4,16 kV i potrošačem priključenim u čvoru 4.

Nominalna snaga i napon kratkog spoja trofaznog transformatora iznose 6000 kVA i 6,083 %, respektivno. Gubici kratkog spoja iznose 60 kW. Struje praznog hoda (magnećenja) su zanemarene. U zavisnosti kako su povezani namotaji na primaru i sekundaru transformatora, razmatraju se dve varijante (sprege) – Y_{ny_n} i Dy_n . Impedanse uzemljenja primara i sekundara u obe varijante jednake su nuli.



Slika 3 - Distributivna IEEE 4 test mreža

Potrošač se tretira s konstantnom snagom. Snaga potrošača po fazama a, b i c nije jednaka. Ona iznosi: (1275 – j790), (1800 – j872) i (2375 – j781) kVA, respektivno (za definiciju snage sa konjugovanim naponom).

Međufazni naponi korena (prvog čvora) po fazama A, B i C, iznose: $12,47 e^{j0}$, $12,47 e^{-j120}$ i $12,47 e^{j120}$ kV, respektivno.

Obe sekcije mreže jesu nadzemni vodovi, a kataloški podaci provodnika koji ih čine su međusobno jednaki i poznati. Faznost sekcija je ABCN. Uticaj otočnih parametara je zanemaren. Dužine sekcija 1 i 2 iznose 609,6 m i 792 m, respektivno. Obe sekcije se smatraju uravnoteženim.

Rezultati proračuna tokova snaga (stanje mreže), dobijeni u DMS softveru, za spregu transformatora Y_{ny_n} , upoređeni su sa referentim IEEE rezultatima u Tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati proračuna za spregu Y_{ny_n}

Sprega: $Y_n Y_n$					
IEEE		DMS		Odstupanje	
Moduo [V]	Ugao [°]	Moduo [V]	Ugao [°]	Moduo [%]	
Čvor 1					
$\hat{U}_a$	7199,6	0	7199,6	0	/
$\hat{U}_b$	7199,6	-120	7199,6	-120	/
$\hat{U}_c$	7199,6	120	7199,6	120	/
Čvor 2					
$\hat{U}_a$	7164	-0,1	7175,3	-0,149	0,158
$\hat{U}_b$	7110	-120,2	7092,3	-120,182	0,249
$\hat{U}_c$	7082	119,3	7081,3	119,295	0,007
Čvor 3					
$\hat{U}_a$	2305	-2,3	2302,9	-2,170	0,091
$\hat{U}_b$	2255	-123,6	2234,6	-123,714	0,909
$\hat{U}_c$	2203	114,8	2195,5	114,840	0,340
Čvor 4					
$\hat{U}_a$	2175	-4,1	2231,3	-4,238	2,589
$\hat{U}_b$	1930	-126,8	1856	-127,314	3,834
$\hat{U}_c$	1833	102,8	1833,9	103,126	0,049
			Min. odstupanje		0,007
			Maks. odstupanje		3,834

Maksimalno odstupanje modula napona iznosi 3,834 %. Uz ovaj proračun je prilika da se komentarišu razlozi uvođenja pretpostavke o uravnoteženosti sekcija. Ukoliko

bi se zadržala neuravnoteženost sekcija, tada bi se, u opštem slučaju, moralo pamti svih devet elemenata matrice impedansi sekcija vodova, umesto dva elementa (u domenu simetričnih komponenti) koliko je potrebno ako se sekcija smatra uravnoteženom. Pored toga, u postupku sumiranja struja i korekcija napona, u svakoj iteraciji vršilo bi se devet množenja, odnosno devet sabiranja, umesto po tri, te bi performanse algoritma bile umanjene.

Za spregru transformatora Dy_n uporedni rezultati proračuna nesimetričnih tokova snaga dati su Tabeli 2.

Tabela 2. Rezultati proračuna za spregru Dy_n

	Sprega: Dy _n				
	IEEE		DMS		Odstupanje
	Moduo [V]	Ugao [°]	Moduo [V]	Ugao [°]	Moduo [%]
Čvor 1					
$\hat{U}_a$	7199,6	0	7199,6	0	/
$\hat{U}_b$	7199,6	-120	7199,6	-120	/
$\hat{U}_c$	7199,6	120	7199,6	120	/
Čvor 2					
$\hat{U}_a$	7130,3	-0,4	7134,7	-0,354	0,062
$\hat{U}_b$	7109,5	-120,4	7106,5	-120,467	0,042
$\hat{U}_c$	7120,5	119,8	7108,5	119,787	0,169
Čvor 3					
$\hat{U}_a$	2290	-32,4	2286	-32,275	0,175
$\hat{U}_b$	2261	-153,8	2246,3	-153,968	0,650
$\hat{U}_c$	2214	85,2	2202,2	85,235	0,533
Čvor 4					
$\hat{U}_a$	2157	-34,2	2213,3	-34,356	2,610
$\hat{U}_b$	1936	-157,0	1868,9	-157,538	3,466
$\hat{U}_c$	1849	73,4	1842,4	73,596	0,357
			Min. odstupanje	0,042	
			Maks. odstupanje	3,466	

Maksimalno odstupanje modula napona za ovaj primer iznosi 3,466 %, te se može potvrditi opravdanost tretmana sekcija vodova uravnoteženim.

5. ZAKLJUČAK

Verifikacijom tačnosti predloženog postupka, pokazano je da u proračunima nesimetričnih tokova snaga (ne)uravnoteženih distributivnih mreža, nije nužno zadržavati osobinu neuravnoteženosti sekcija vodova. Takva aproksimacija se uvodi kako bi se izbeglo pamćenje (memorisanje) svih elemenata matrica

impedansi (admitansi), odnosno vršenje većeg broja operacija množenja i sabiranja. U suprotnom, performanse predloženog postupka se umanjuju, a memorijski zahtevi povećavaju. Kroz prikazane primere, može se izvesti zaključak da predloženi postupak praktično nije osetljiv na uravnoteženost sekcija vodova i vrstu sprege transformatora. Pored toga, tretman sekcija uravnoteženim ne narušava tačnost proračuna u meri u kojoj oni ne bi bili prihvatljivi sa aspekta praktičnih zahteva korisnika rezultata proračuna tokova snaga.

6. LITERATURA

- [1] Grupa autora, DMS Softver: *Distributivni menadžment sistem (DMS)*, Novi Sad.
- [2] Grupa autora, DMS Softver: *Advanced power application – Load Flow – Detailed design*, Novi Sad.
- [3] V. C. Strezoski: *Analiza elektroenergetskih sistema*, skripta, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2011.
- [4] B. Stott, O. Alsac: *Fast Decoupled Load Flow*, *IEEE Trans. on PAS*, Vol. 93, No. 3, pp. 859-867, November 1974.
- [5] P. Vidović: *Nesimetrični tokovi snaga distributivnih mreža*, magistarska teza, Fakultet Tehničkih Nauka Novi Sad, novembar 2008.
- [6] W.H. Kersting: *Radial distribution test feeders*, IEEE power engineering society, winter meeting, Vol. 2, pp. 908-912, 2001.
- [7] Distribution test feeders, <http://ewh.ieee.org/soc/pes/dsacom/testfeeders/index.html>.

Kratka biografija:



Nemanja Krstonošić rođen je u Somboru 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2013.god.



Predrag Vidović rođen je u Vlasenici, Bosna i Hercegovina, 1981. god. Diplomirao je i magistrirao na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi 2005. i 2008. god., respektivno.



Vlado Marijanović rođen je u Sarajevu, Bosna i Hercegovina, 1979. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi 2003. god.

PROJEKAT SPORTSKOG OBJEKTA "GRADSKI BAZEN" U UŽICU THE PROJECT OF SPORT FACILITIES "GRADSKI BAZEN" IN UŽICE

Stefan Randić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan projekat konstrukcije armiranobetonskog zatvorenog bazena u gradu Užicu kao i projekat montaže glavnih krovnih nosača.

Abstract – The design project of reinforced concrete sport facility in town of Užice, and project of assembling main roof trusses are presented in the paper.

Ključne reči: Sportski objekat, armiranobetonska konstrukcija, bazen, glavni krovni nosači.

1. OPIS PROJEKTA

1.1 Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje

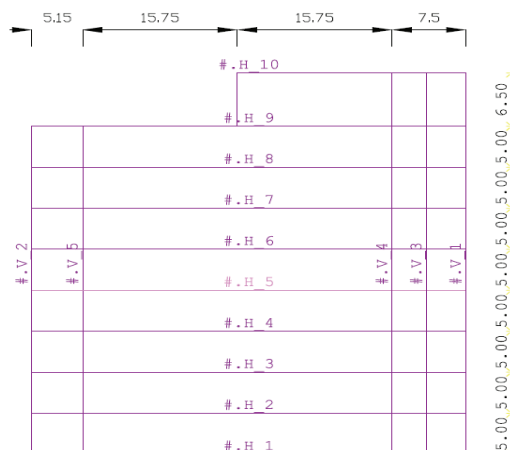
Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje sportskog objekta u gradu Užicu, osnove latiničnog slova "L", koji obuhvata bazen, tehničke prostorije, tribine za sedenje i komercijalni prostor, visine 18,29 m i bruto površine 4.050,00 m². Objekat je sportsko - ugostiteljske namene i izvodi se kao skeletni sistem sa platnima za ukrucenje. Položaj konstruktivnih elemenata definiše 9 poprečnih i 5 podužnih ramova prikazanih na slici 1. U "X" pravcu pružaju se ose od H1 do H10, na međusobnom rastojanju od 5,0 i 6,5 m. Ose u "Y" pravcu su na međusobnom rastojanju od 5,15, 31,5 i 7,5 m.

Objekat se izvodi u dva nivoa: nivo tla i sprat, koji su međusobno povezani vertikalnom komunikacijom u vidu trokrakog stepeništa sa dva međupodesta. U nivou tla projektovan je bazen, plaža i tribine sa sedećim mestima, ulaz sa svlačionicama, kao i tehničke prostorije, a u nivou sprata projektovani su restoran, teretana i prostorije za masazu.

Spoljni zidovi su od siporeks blokova, obloženi staklenim panelima, istočni zid iza tribina je u staklu kako bi se obezbedilo što više prirodne svetlosti unutar objekta, dok je kalkanski zid na južnoj strani obložen staklenim panelima, takođe radi boljeg osvetljenja. Unutrašnji zidovi su od giter blokova debljine 12 i 19 cm.

Krovni nosači projektovani su kao armiranobetonske rešetke koje se prostiru u "X" pravcu, u sklopu su poprečnih ramova i na njih se oslanjaju krovne rožnjače, projektovane kao montažni elementi.

Zatvoreni bazen projektovan je kao prostorna AB skeletna konstrukcija sa ramovima raspoređenim u dva ortogonalna pravca. Svi elementi su marke betona MB 40, i armirani su armaturom RA 400/500 i MA 500/560.



Slika 1. Šema ramova

1.2. Konstruktivni sistem zatvorenog bazena

Način izvođenja objekta je montažno - monolitni. Elementi predviđeni kao montažni su krovne rožnjače i tribinske grede, polumontažni su glavni krovni nosači, dok je ostatak konstrukcije monolitni.

Krovne rožnjače koje pokrivaju polja od H1 do H9 raspona su 5,0 m, trapeznog su poprečnog preseka i dimenzija b/d=40/20 cm, dok su krovne rožnjače koje pokrivaju polje između poprečnih ramova H9 i H10 raspona 6,5 m takođe trapeznog poprečnog preseka, dimenzija b/d=55/20 cm. One prenose opterećenja od krovnog pokrivača do glavnih krovnih nosača koji su formirani od štapova gornjeg pojasa, donjeg pojasa i štapova ispune, kvadratnih poprečnih preseka 30/30, 40/40 i 20/20 cm respektivno. Glavni krovni nosači prostiru se u "X" pravcu, primaju opterećenja sa krovnih rožnjača i prenose uticaje na stubove na koje su oslonjeni. Stubovi koji formiraju poprečne ramove dimenzija su 70/50 cm koji pri tome svojom jačom dimenzijom usmerenom u poprečnom "X" pravcu obezbeđuju dodatnu globalnu krutost objekta, a stubovi koji čine sklop kalkanskih zidova i jedan ram u podužnom "Y" pravcu su dimenzija 50/35 cm. Projektovani su da zadovoljavaju uslove propisane u „Pravilniku za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima [1]“.

Stabilnost objekta za uticaje horizontalnih sila obezbeđuju tri AB zidna platna koja su raspoređena prema dispoziciji u oba ortogonalna pravca. Uloga ovih elemenata je da prime i prenesu horizontalna seizmička opterećenja na temelje i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Zidna platna su debljine 20 i 30 cm i projektovana su prema „Pravilniku [1]“.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Brujić, docent.

Ploče su projektovane kao krstasto armirane debljina 12 i 25 cm čija je uloga da obezbede krutost konstrukcije u horizontalnom pravcu i da prenesu gravitaciona opterećenja sa spratova na okolne stubove na koje su oslonjene. U sklopu ploča na spratovima nalaze se i podužne grede pravougaonih poprečnih preseka 50/30 i 60/30 cm zadužene za krutost objekta u tom pravcu. Veza između ploča nivoa prizemlja i sprata ostvarena je uz pomoć trokrakog stepeništa sastavljenog od tri kose ploče i dva međupodesta debljine 16 cm.

Fundiranje bazena izvodi se kao sistem AB temeljnih greda pravougaonog poprečnog preseka i temeljnih traka, postavljenih u dva pravca. Dimenzije traka u osama V2, V4 i svim poprečnim ramovima su $b/d=150/50$, u osama H9, V18, V19 i V5 su $b/d=100/50$, i u osama V1, V11 i V3 su $b/d=80/50$ cm. Ispod temelja postavlja se tampon sloj debljine 30, a preko njega mršavi beton debljine 5,0 cm, nakon čega sledi hidroizolacija zaštićena sa gornje strane slojem nearmiranog betona debljine 5,0 cm. Dozvoljeni napon u tlu dobijen je geomehničkim laboratorijem i iznosi 190 kN/m^2 .

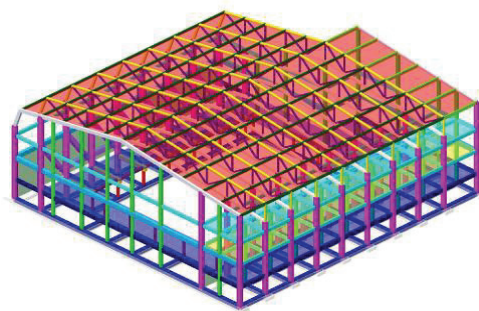
1.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS U.C7.123/1988, čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovni pokrivač, ograde), gde je opterećenje od sopstvene težine dobijeno kroz automatsko generisanje opterećenja u zavisnosti od vrste materijala i dimenzija elemenata; korisno opterećenje analizirano je u funkciji namene prostorije, i naneto na ploče kao površinsko, intenziteta $4,00 \text{ kN/m}^2$ za delove konstrukcije izložene ljudskoj navali (tribinski nosači, stepenište), i $0,7 \text{ kN/m}^2$ za ploču iznad prvog sprata koja je prema propisima svrstana u mrtvi prostor; opterećenje snegom usvojeno je intenziteta $1,0 \text{ kN/m}^2$ (Sl. list SFRJ 61/48); opterećenje vetrom analizirano je saglasno aktuelnim standardima SRPS U.C7.110 – 112, za nisku krutu zgradu i lokaciju Užice; seizmičko opterećenje analizirano je saglasno "Pravilniku [1]", korišćena je opcija programa Tower 6,0 za modalnu analizu prvih 12 tonova oscilovanja, nakon čega je izvršen proračun za dva pravca delovanja seizmičkih sila prema spektralnoj analizi (I kategorija objekta, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

1.4. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija zatvorenog bazena je modelovana prostorno u programskom paketu Tower 6.0, baziranom na primeni metode konačnih elemenata (slika 2.). Pri formiranju proračunskog modela usvojena je mreža konačnih elemenata od 50×50 cm. Kod dimenzionisanja je korišćena anvelopa kombinacija graničnih uticaja. Za nanošenje stalnog opterećenja upotrebljena je mogućnost programa da sam generiše sopstvenu težinu pojedinih elemenata konstrukcije. Opterećenje od fasadnih zidova naneto je kao linijsko na fasadne grede, dok je opterećenje od unutrašnjih zidova naneto na grede u pločama i temeljne grede.

Tlo je modelovano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela podloge - elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od $10 \text{ MN/m}^2/\text{m}$.



Slika 2. 3D izgled konstrukcije

Prilikom analize dejstva horizontalnih opterećenja, kao i spektralne analize, pretpostavljena je nedeformabilnost tavanične konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun izveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Spektralna analiza izvedena je uz realan raspored masa što omogućava realniji prikaz ponašanja konstrukcije.

1.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Svi elementi dimenzionisani su saglasno važećim propisima [1], [2], prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, pri čemu je upotrebljena opcija korišćenog softvera. Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane, a stubovi kao koso savijani. AB zidovi dimenzionisani su saglasno "Pravilniku [2]". Pri dimenzionisanju linijskih elemenata, za podužnu armaturu usvojena je rebrasta RA 400/500, a za poprečnu armaturu glatka GA 240/360, dok je za površinske elemente usvojena mrežasta armatura MA 500/560. Stubovi i zidovi za ukrućenje prošli su kontrolu dopuštenih normalnih napona, a sprovedena je i kontrola napona u tlu.

2. MONTAŽNO GRAĐENJE I MONTAŽA GLAVNIH KROVNIH NOSAČA NA OBJEKTU „GRADSKI BAZEN“

2.1. Opšte

Montažno gradjenje predstavlja sve zastupljeniji način gradjenja, što podrazumeva da elementi kao gotovi budu postavljeni na svoju finalnu poziciju u objektu. Kvalitet montažnih elemenata svakako je viši od kvaliteta elemenata koji se monolitno izvode, a razlog je što su montažni elementi u laboratorijskim uslovima kontrolisani i negovani, što ne mora da bude slučaj sa monolitno izvedenim elementima. Ekomonska opravdanost montažne gradnje objekta zavisi od broja istih ili sličnih elemenata koji se proizvode u pogonu.

Osnovni uslovi za ekonomičnu gradnju su pravilan izbor arhitektonskog rešenja, dobra koordinacija tokom radova i obezbeđenje sredstava.

Procena obima montažnih radova predstavlja učešće broja elemenata i broja mašina za montažu, kao i težine elemenata koji se montiraju, pri čemu u ovom slučaju najteži element, glavni krovni nosač, meri 39 tona. Iskorišćenost usvojene dizalice je od 80 – 100 %, i ova montaža prema kriterijumima procene obima radova spada u teže montaže.

Osnovni principi montažne gradnje su sledeći: detaljna priprema radova, definisanje tehnologije izvođenja, težnja

za ukрупnjivanjem elemenata, montiranje bez prekida i uprošćavanje veza među elementima.

Osnovne specifične aktivnosti u organizaciji radova su redosled radova i izrada projekta organizacije pripremnih, montažnih i svih pomoćnih radova.

Vrste montažnih elemenata imaju nekoliko podela. Prema kriterijumu vrste objekta glavni krovni nosač spada u grupu elemenata za izgradnju industrijskih i javnih objekata, prema kriterijumu zahvatanja spada u linijske elemente i prema mestu proizvodnje u elemente koji se prave na licu mesta.

2.2. Proračun i usvajanje sredstava za montažu i sredstava transporta

Pomoćna sredstva i oprema za izvođenje radova služe za ukrućenje i zahvatanje elemenata prilikom odizanja od tla. Konkretno na ovom objektu izabrana su čelična užad kao pomoćna sredstva. Neka od njih prikazana su na slici 3.



Slika 3. Prikaz usvojenih pomoćnih sredstava

Sredstva za unutrašnji transport izabrana su na osnovu dimenzija elemenata i potrebnog prevoza od mesta pravljenja do mesta početka montaže elementa. Za prevoz elementa teškog 39 t i raspona oko 45 m, usvojena je niskonoseća prikolica od 10 nastavaka ukupne nosivosti do 120 t, koja je van standarda. Standardne prikolicе prikazane su u tabeli na slici broj 4.

Niskonoseće prikolicе	12	4,50x2.50	1,00	2	30
	15-20	5,00x2.50	1,00	3	20-30
	25-30	6,00x3,00	1,04	3	20
	32	8,00x2,40	0,90	3	-
	32	12,00x2,40	0,90	3	-
	35	7,00x2,40	0,90	3	-
	40	6,00x3,00	1,04	3	20
	50-60	7,00x3,00	1,00	3	20

Slika 4. prikaz sredstava unutrašnjeg transporta

Za sredstva spoljašnjeg transporta za elemente koji će biti proizvedeni u fabrici koja se nalazi van gradilišta usvojeni su teretni kamioni.

Glavna sredstva montaže i njihov izbor zasnivaju se na dimenzijama i težinama elemenata koji se montiraju, obliku i konfiguraciji terena na samom gradilištu i isplativosti iznajmljivanja dizalice ukoliko je to

neophodno. Osnovni tipovi dizalica prikazani su na slici broj 5.

Tip postolja	Izgled		Grupe nosivosti
"AUTO"			"N"
			"G"
"RT"			"N"
"AT"			"N"
			"G"
			"W"
"R"			"G"
			"W"

Slika 5. Prikaz vrsta samohodnih dizalica

2.3. Opis radova montaže elemenata na objektu "Gradski bazen"

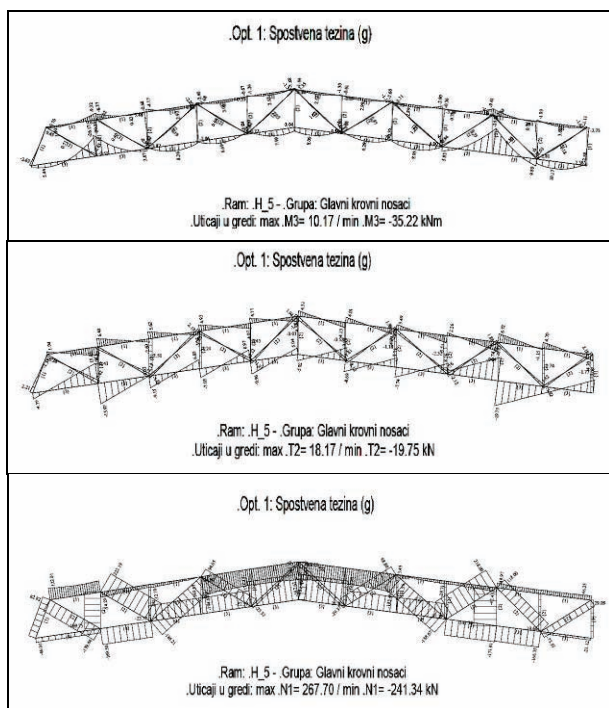
Montažna rešetka raspona 44,15 m i težine 39 t izvodi se na licu mesta. Predviđeno je da se štapovi ispune izvedu u pogonu za prefabrikaciju zajedno sa pozicijama „POS R“, „POS Ra“ i „POS TRG“. Za rešetkasti nosač oplata se postavlja na niskonoseće prikolicе koje se sklapaju na gradilištu, a potom se postavljaju štapovi ispune, armira i izbetonira element. S obzirom da su krovni nosači velikih dimenzija i time prostor za manevar na gradilištu smanjen, predviđen je samo jedan kamion za prevoženje niskonosećih prikolicа prilikom montaže nakon čega sledi rasklapanje prikolicе i njeno odvoženje sa gradilišta. Očekivana dinamika radova je jedan montiran krovni nosač za jedan radni dan.

Operacije koje je potrebno izvršiti u vezi ovog elementa su pripremanje kalupa, postavljanje štapova ispune, armiranje, betoniranje, odležavanje i zaparivanje. Betoniranje se vrši auto mikserima, koji moraju da poštuju vreme i dinamiku radova od jednog izbetoniranog elementa dnevno.

Elementi koji se dovoze na gradilište smeštaju se u skladišni prostor kapaciteta 200 jedinica. Prvo se dovoze pozicije „POS R“, a po završetku njihove montaže u skladište se dovoze elementi „POS TRG“. Razlog ovakvog skladištenja jeste to što njihovo montiranje nije vezano ni za jedan drugi element kao u slučaju sa rožnjačama (POS R) koje se moraju montirati zajedno sa rešetkastim krovim nosačem. Armaturni sklopovi se takođe izrađuju u pogonu van gradilišta.

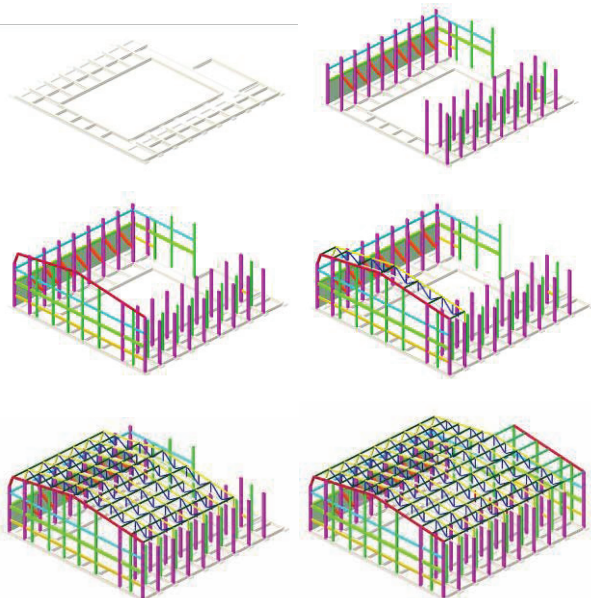
2.4. Statički uticaji u krovnom nosaču tokom montaže i faze građenja objekta

Tokom montaže glavni krovni nosač neće biti izložen nijednom drugom opterećenju, izuzev spostvene težine, tako da će prilikom naleganja na svoju krajnju poziciju rešetka trpeti uticaje prikazane na slici 6 gde su ekstremne vrednosti prikazane ispod dijagrama.



Slika 6. Statički uticaji prilikom postavljanja elementa

Faze građenja objekta su prikazane na slici 7. Prvo se izvodi temeljna konstrukcija, posle čega se formira skelet konstrukcije zajedno sa jednim kalkanskim zidom. Kalkanski zid i krovni nosač koji se prvi montira formiraju prvo polje. Krovni nosači se montiraju tako da se od pozicije kalkanskog zida postepeno napušta objekat, formirajući polje po polje.



Slika 7. Faze građenja objekta

Za samohodnu dizalicu koja treba da izvrši montažu obezbeđen je front rada širine 10 m u sredini, unutar samog objekta.

Rožnjače, nakon postavljanja rešetke na finalnu poziciju, montiraju se uz pomoć samohodnih dizalica kojima su obezbeđeni frontovi rada širine po 8 m, pozicionirani paralelno sa podužnim pravcem hale, sa obe strane hale po jedan. Razlozi za montažu ova dva tipa elemenata u istom trenutku su brže napredovanje radova i ukrućivanje polja hale. Polje bi u prvom slučaju činio kalkanski zid i rešetka ukrućena rožnjačama, a svako naredno polje bilo bi formirano od dve rešetke i rožnjača koje ih povezuju.

3. ZAKLJUČAK

Raspon glavnog krovnog nosača od 44,15 metara zahteva primenu prethodnog naprezanja što je smanjenjem najvećeg raspona na 31,5 m izbegnuto i omogućeno formiranje armiranobetonskog elementa. Usvojena glavna sredstva montaže prema proračunu nalaze se u gornjim granicama dozvoljenih prema geometrijskim karakteristikama i opterećenju kojima su izložena tokom montaže. Masivnost elemenata i ograničen prostor za manevar povlači sa sobom i veliki napor dizalica čiji je procenat iskorišćenja izuzetno visok i nalazi se u granicama od 80 do 100%. U ovom radu prikazano je rešenje izuzetno složene i zahtevne montaže. Rasterećenje mašina i jednostavnija montaža krovnih nosača mogla bi se postići uz korišćenje drugog materijala kao što je čelik ili lamelirano drvo.

4. LITERATURA

- [1] Zbirka *Jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije*.
- [2] Grupa autora: "Beton i armirani beton prema BAB 87", knjiga 1 i knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Radosavljević Živorad, Bajić Dejan: „Armirani beton 3“, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.
- [4] Grupa autora: „JUS standardi, opterećenje vetrom“, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- [5] Grupa autora: "ARMCAD 2005", uputstvo za rad sa programom, www.radimpex.co.rs
- [6] Krastavčević Momir: „Primena montažnog građenja“, Beograd, 2007.
- [7] Trivunić Milan, Dražić Jasmina: „Montaža betonskih konstrukcija zgrada“, AGM knjiga, Beograd, 2009.
- [8] Brujić Zoran: „Montažne betonske konstrukcije“, Slajdovi sa predavanja iz predmeta

Kratka biografija:



Stefan Randić rođen je u Užicu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva odbranio je 2013.god.

PLANIRANJE IZGRADNJE STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA SA IZBOROM OPTIMALNOG NAČINA IZVOĐENJA MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE**PLANNING THE CONSTRUCTION OF A RESIDENTIAL AND COMMERCIAL FACILITY WITH SELECTION OF THE OPTIMAL TECHNOLOGY OF FLOOR STRUCTURE**Slavoljub Ćućuz, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je planirana dinamika izgradnje stambeno poslovnog objekta, Po+P+5, izborom optimalnog načina izvođenja međuspratne konstrukcije. Višekriterijumska optimizacija je rađena za 3 varijante međuspratne konstrukcije, monolitnu konstrukciju (puna AB ploča), polumontažnu konstrukciju (tip FERT) i montažnu konstrukciju (ošupljena ploča), prema troškovima izrade, vremenu izrade, ukupnoj težini konstrukcije, količini betona i armature.

Abstract – The paper presents the plan for the building dynamics of a residential and commercial facility, Bas+Gr+5t, with the selection of an optimal technology of floor structure. Multi-criteria optimization was performed for 3 variants of floor structure AB construction, FERT type and prestressed hollow slabs, according to production costs, build time, the total weight construction, quantity of concrete and of reinforcement.

Ključne reči: stambeno poslovni objekat, međuspratna konstrukcija, tehnologija građenja, optimizacija, planiranje izgradnje

1. UVOD

Predmet ovog rada je planiranje, tj. dinamika izvršenja radova na izgradnji stambeno poslovnog objekta Po+Pr+5, u Staroj Pazovi, izborom optimalnog načina izvođenja međuspratne konstrukcije.

Izrada međuspratne konstrukcije spada među vremenski najzahtevnije aktivnosti pri izgradnji konstrukcije, pa stoga treba biti obazriv prilikom usvajanja rešenja koja će se primeniti u praksi. Cilj rada je da se za stambeno poslovni objekat pronađe optimalno rešenje za izvođenje međuspratne konstrukcije, na bazi više varijanti. Analizirane su tri varijante međuspratnih konstrukcija monolitna - puna AB ploča, polumontažna – FERT konstrukcija i prefabrikovana - prednapregnute ošupljene ploče. Kriterijumi na osnovu kojih je izabrana tehnologija međuspratne konstrukcije su troškovi izrade, vreme izrade, težina konstrukcije, količina betona i armature. Za izabrani optimalan način izvođenja međuspratne konstrukcije planirana je izgradnja objekta.

U radu su detaljnom analizom razmatranih načina izrade međuspratnih konstrukcija, analizom troškova i vremena izrade (ugradnje), količina materijala i težine konstruk-

cije, dobijene vrednosti koje su korišćene u postupku višekriterijumske optimizacije.

Za usvojeno optimalno rešenje izvođenja međuspratne konstrukcije planirana je izgradnja stambeno poslovnog objekta. Proces izgradnje sastoji se od velikog broja operacija koje se odvijaju prema tehnološkim zahtevima u određenom redosledu i prostorno na različitim mestima (frontovima). Istovremeni rad na više frontova omogućava paralelizaciju radova, čime se ostvaruju povoljni efekti planiranja dinamike izgradnje objekta.

2. PODACI O OBJEKTU

Objekat se nalazi u Staroj Pazovi u ulici Zmaj Jovina br.1, na samom uglu sa ulicom Svetosavskom, na katastarskoj parceli br.1543 KO Stara Pazova, u najužem centru. Zahvata površinu od 11.45 ari na kojoj se trenutno nalaze objekti koji su predviđeni za rušenje.

Spratna visina u objektu je različita, u garaži je 2.60m, prizemlju 4.30m, a na etažama po 2.90m.

Objekat je po svojoj funkciji višeporodični stambeni objekat. Osnova objekta je nepravilanog oblika. Maksimalni gabarit objekta je u dimenzijama 65.20m x 15.80m. Objekat se sastoji od poslovnog prostora koji se nalazi u prizemlju, od šest lokala, dve stambene lamele (LAMELA-1 i LAMELA-2) i podrumskih prostorija u kojima je garaža za 20 vozila. Garaža je predviđena da bude i dvonamensko sklonište. [1]

Prizemlje objekta je zajedničko i proteže se paralelno sa ulicom Zmaj Jovinom, a dvonamenski podrumski deo koji služi i kao sklonište i kao garaža je jedinstvena celina, postavljena između lamela 1 i 2. U prizemlju objekta se nalazi poslovni prostor – šest lokala i ulaz za stanare zgrade za obe stambene lamele. Neto površina prizemlja je 460.31m².

Konstrukcija objekta je skeletna. Položaj zidova je takav da odgovara organizaciji stanova, poslovnog prostora koji treba da bude maksimalno fleksibilan, a da raspon međuspratne konstrukcije ne prelazi 5m. [2]

Objekat je fundiran na punoj armirano-betonskoj temeljnoj ploči debljine d=45cm, koja je armirana po statičkom proračunu. Zidovi podruma su od armiranog betona debljine d=25cm.

Spoljni zidovi su projektovani debljine d=25cm, a unutrašnji zidovi su od giter blokova debljine d=20cm, d=12cm i d=7cm.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, vanr.prof.

Konstrukcija krova je drvena oslonjena na podrožnjače i venčaniće.

Sva ugrožena mesta na objektu su izolovana i obrađena od prodora vlage horizontalnom i vertikalnom izolacijom preko betonske podloge.

3. TEHNOLOGIJA GRAĐENJA

Proces izgradnje počinje raščišćavanjem terena, nakon čega sledi geodetsko obeležavanje objekta. Skinuta zemlja se utovarivačem na pneumaticima utovara u kiper i odvozi na deponiju. Iskop za temelje vrši se mašinski, bagerom sa dubinskom kašikom. Ispod temeljne ploče planiran je tampon sloj od šljunka debljine $d=10\text{cm}$, koji se ručno nasipa, a nabija vibropločama. Iznad tampon sloja šljunka, a ispod temelja potrebno je ugraditi sloj od nabijenog betona, debljine $d=10\text{cm}$, zbog zaštite armature.

Transport betona od fabrike betona, udaljene 3km od gradilišta, se vrši automešalicom. Betoniranje ostalih betonskih elemenata je korišćenjem pumpe za beton direktno iz automešalice.

Rezana drvena građa potrebna za izradu oplata doprema se kamionima i deponuje na predviđenom skladištu, neposredno uz tesarSKI plac.

Armatura koja će se ugrađivati u pojedine elemente je glatka GA 240/360 ili rebrasta RA 400/500. Transport opeke do mesta ugradnje se vrši japanerom ili toranjskom dizalicom. Proizvodnja maltera predviđena je u okviru gradilišta mešalicom za malter. Malter koji se koristi za zidanje je krečni, cementni ili produžno cementni malter.

4. IZBOR OPTIMALNOG NAČINA IZVOĐENJA MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE

Analizirana su tri tipa međuspratnih konstrukcija, puna armirano betonska ploča, FERT konstrukcija i prednapregnute ošupljene ploče.

4.1. Varijantna rešenja

Ploče su ravni površinski nosači kod kojih je debljina znatno manja od druge dve dimenzije i kod kojih opterećenje deluje normalno u odnosu na njihovu središnju ravan. Ploče mogu biti opterećene tačkasto, linijski ili površinski. [3], [4]

Puna armirano betonska ploča

Minimalna debljina ploča (sprečavanje velikih vibracija i deformacija) definisana je relacijom:

$$\min d_p \geq l_{x0} / 35$$

gde je:

l_{x0} – razmak nultih tačaka dijagrama momenata za kraći raspon ploče

$l_{x0} = 0.7 l_x$ – za obostrano uklještenu ploču

$l_{x0} = 0.85 l_x$ – za jednostrano uklještenu ploču

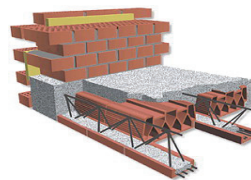
Minimalna debljina ploče je:

- $d_{\min} = 5\text{cm}$ – za krovne ploče
- $d_{\min} = 7\text{cm}$ – za ploče opterećene površinskim opterećenjem statičkog karaktera

- $d_{\min} = 10\text{cm}$ – za ploče opterećene putničkim vozilima
- $d_{\min} = 12\text{cm}$ – za ploče opterećene teretnim vozilima

Ovakva međuspratna konstrukcija zahteva više rada od polumontažne FERT konstrukcije, a pogotovo prefabrikovane ošupljene ploče. Pri izvođenju ove međuspratne konstrukcije, pre betoniranja potrebno je izraditi oplatu, postaviti mnoštvo čeličnih podupirača i ugraditi armaturu. Armatura mora biti ispravno povezana. Ovakve konstrukcije mogu, kada je to potrebno, premostiti veće raspone od konstrukcije polumontažnog tipa (FERT), ali povećavanjem raspona rastu i zahtevi prema armaturi, što povećava debljinu same ploče, a time i njenu masu (težinu).

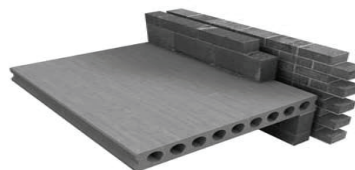
Međuspratna konstrukcija tipa FERT je polumontažna međuspratna konstrukcija koja se formira od fert gredica između kojih se postavljaju blokovi ispune i sve povezuje betonom MB30 (minimalno), sa agregatom 0-16mm. Ovaj tip međuspratne konstrukcije se koristi za raspone do 6,4m. Izometrijski prikaz FERT međuspratne konstrukcije dat je na slici 1.



Slika 1. Izometrijski prikaz međuspratne konstrukcije tipa FERT

Montaža međuspratne konstrukcije tipa FERT počinje postavljanjem fert gredica, koje treba podupreti poprečnim podupiračima na razmaku od 1.5 do 1.7m. Na poprečne podupirače se postavljaju gredice na osovinskom razmaku od 40cm, a između gredica se postavljaju blokovi ispune. Iznad blokova ispune, montira se konstruktivna mrežasta armatura. Nakon montaže, postavljanja i povezivanja armature, betonira se ploča zajedno sa rebrima i serklažima. Debljina pritisnute ploče treba da iznosi min 4,0cm.

Prednapregnute ošupljene ploče (slika 2.) su montažni međuspratni konstrukcijski elementi sa projektovanim unutrašnjim šupljinama koje umanjuju težinu elemenata i proizvode ekonomičan nosivi presek elementa. Upotrebom prednapregnutog betona u građevinarstvu, ostvaruje se racionalnija upotreba materijala u odnosu na armiranobetonsku konstrukciju. Sopstvena težina ovog elementa je manja za 38-54% u odnosu na punu AB ploču, zbog šupljina koje se nalaze u njoj, pa je i nosivost na korisno opterećenje značajno povećana.



Slika 2. Izometrijski prikaz prednapregnutih ošupljenih ploča

Ove ploče se brzo i lako proizvode i transportuju zbog smanjene težine i standardizovanih dimenzija, pa se mogu montirati direktno sa vozila za isporuku, čime se skraćuje vreme montaže i ne zahteva prostor za njihovo deponovanje.

Montaža smanjuje troškove skupih i komplikovanih oplata, a montirane ploče služe i kao platforma za rad. Dobro uvežban tim montera može u jednom danu montirati do 500m² ovih ploča.

4.2. Kriterijumi za izbor optimalnog tipa međuspratne konstrukcije

Izbor optimalnog načina izvođenja međuspratne konstrukcije obuhvatio je tri varijantna rešenja i pet kriterijumskih funkcija.

Četiri kriterijumske funkcije su tehnološkog ili ekonomskog karaktera i direktno utiču na proces izgradnje objekta (rok i troškove), dok je peta kriterijumska funkcija, definisana težinom konstrukcije po m² površine, konstrukcijskog je karaktera pa je vezana za proračun i dimenzionisanje elemenata konstrukcijskog sistema.

U ovom radu razmotrene su tri varijante:

- VARIJANTA A1 – monolitna konstrukcija (puna armirano betonska ploča)
- VARIJANTA A2 – polumontažna konstrukcija (tipa FERT)
- VARIJANTA A3 – montažna konstrukcija (prednapregnute ošupljene ploče)

Definisani su kriterijumi za izbor optimalnog načina izvođenja međuspratne konstrukcije:

- f1 - troškovi izrade konstrukcije [€/m²]
- f2 - vreme izrade konstrukcije [Nč/m²]
- f3 - težina konstrukcije [kg/m²]
- f4 - utrošak betona [m³/m²]
- f5 - utrošak armature [kg/m²]

U tabeli 1, za tri tipa međuspratnih konstrukcija koji se analiziraju (AB, FERT i OŠUPLJENE ploče) prikazane su vrednosti kriterijuma (troškovi izrade, vreme izrade, težina konstrukcije, utrošak betona i armature), a u tabeli 2 rang lista varijanti po pojedinim kriterijumima.

Tabela1. Ulazni podaci

krit. fun/alter.	A1	A2	A3
f1	41.123	34.028	27.033
f2	1.690	1.010	0.170
f3	375.000	250.000	318.330
f4	0.150	0.100	0.134
f5	11.800	4.800	2.770

Tabela 2. Pojedinačna rang lista

krit. fun/alter.	A1	A2	A3
f1	3	2	1
f2	3	2	1
f3	3	1	2
f4	3	1	2
f5	3	2	1

2. Izbor optimalne varijante

Veći broj kriterijuma svrstao je problem izbora optimalne varijante izvođenja međuspratne konstrukcije u problem višekriterijumske optimizacije. Za rešavanje problema usvojena je metoda višekriterijumske optimizacije koja pruža mogućnost uvođenja različitih strategija odlučivanja i naglašavanje značaja pojedinim kriterijumima [5].

Redosledi alternativnih rešenja primenom metode kompromisnog programiranja i metode višekriterijumskog kompromisnog rangiranja, prikazani su tabelarno (tabela 3 do tabela 7).

Tabela 3. Metoda kompromisnog programiranja-rešenje je najbolje po svim kriterijumima posmatranim zajedno

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled	3	2	1

Tabela 4. Metoda kompromisnog programiranja-rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled	3	1	2

Tabela 5. Metoda kompromisnog programiranja-prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled	3	1	2

Tabela 6. Metoda kompromisnog rangiranja-isti težinski koeficijenti

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled alternativnih rešenja			
v1=0.0	3	1	2
v1=0.3	3	1	2
v1=0.6	3	1	2
v1=0.9	3	1	2
v1=1.0	3	2	1

Tabela 7. Metoda kompromisnog rangiranja-različiti težinski koeficijenti (w1=0.6, w2=w3=w4= w5=0.1)

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled alternativnih rešenja			
v1=0.0	3	2	1
v1=0.3	3	2	1
v1=0.6	3	2	1
v1=0.9	3	2	1
v1=1.0	3	2	1

Rezultati metode višekriterijumske optimizacije su pokazali da je za razmatrani objekat konstrukcija polumontažnog tipa (FERT) optimalno rešenje u metodi kompromisnog programiranja za dve strategije odlučivanja:

- rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački (p=2),
- prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjima (p=∞) i
- u metodi kompromisnog rangiranja, sa istim težinskim koeficijentima.

Kada se prioritet u odlučivanju da troškovima, naglašavanjem težinskim koeficijentom ($w_1=0.6$) značaj prve kriterijumske funkcije, montažna konstrukcija ošupljene ploče postaje najpovoljnija varijanta izvođenja međuspratne konstrukcije. Za optimalnu varijantu izvođenja međuspratne konstrukcije usvojena je konstrukcija **polumontažnog tipa FERT** i sa tim rešenjem konstrukcije je planirana dinamika izgradnje poslovno stambenog objekta Po+P+5, U Staroj Pazovi.

5. PLANIRANJE IZGRADNJE STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA

Vreme ugrađivanja (izgradnje) međuspratne konstrukcije u određenom sistemu je funkcija više faktora (širine radnog fronta, strukture i broja radnih brigada, raspoloživih sredstava transporta, itd.), pa izvođenje međuspratne konstrukcije nije moguće analizirati bez sveobuhvatnog tehnološkog sagledavanja procesa izgradnje objekta.

Metode koje su primenjene pri planiranju objekta su tehnika mrežnog planiranja i metoda Gantograma. [6] Na osnovu opisa i količine radova pomenutih procesa i definisane strukture modela, sračunato je vreme trajanja pojedinačnih aktivnosti, potreban broj radnika, vrste i količine materijala za potrebe njihovog obavljanja. [7], [8]

Mrežnim planom, prikazan je model procesa građenja, [9] tok odvijanja aktivnosti na izradi višespratne stambeno-poslovne zgrade od izrade temelja do krova. Imajući u vidu da objekat poseduje dve lamele (LAMELA 1 i LAMELA 2), mrežni plan nije podeljen na dva dela već je izvršena paralelizacija radova nakon završetka radova na garaži i atrijumu, tako da su obe lamele rađene istovremeno. Program korišćen u ovom radu za obradu mrežnog plana je MS Project 2007. Na osnovu njega dobijamo da je potrebno za izradu: temelja (23dana), garaže i podruma (39 dana), prizemlja (44 dana), I sprata (33 dana), II sprata (32 dana), III sprata (32 dana), IV sprata (32 dana), V sprata (32 dana) i krova (22 dana).

Za datum početka radova usvojen je 30.09.2013. godine i definisan je kalendar sa 6 radnih dana u nedelji i osmočasovnim radnim danom. Dobijeni datum završetka radova je 06.05.2014. godine.

6. ZAKLJUČANA RAZMATRANJA

Predmet ovog rada bilo je planiranje izgradnje stambeno poslovnog objekta Po+P+5 u Staroj Pazovi, na bazi izbora optimalnog načina izvođenja međuspratne konstrukcije. Analizirane su monolitna konstrukcija-puna AB ploča, polumontažna konstrukcija tipa FERT i montažna konstrukcija, prednapregnute ošupljene ploče. Kriterijumi na osnovu kojih je izabran način izvođenja međuspratnih konstrukcija bili su ukupni troškovi ugrađivanja, utrošak vremena potrebnog za izvođenje međuspratne konstrukcije, težina međuspratne konstrukcije, količina betona i količina armature.

Analizom rezultata dobijenih primenom metode višekriterijumske optimizacije, za posmatrani stambeni objekat, izabrana je konstrukcija polumontažnog tipa, FERT međuspratna konstrukcija. Rangiranje u sprovedenoj analizi pokazuje da je prefabrikovana konstrukcija (ošupljene ploče) optimalno rešenje kada se

priorit da troškovima ugradnje međuspratne konstrukcije. Superiorne osobine ovog tipa međuspratne konstrukcije (kvalitet, nosivost, cena), dolaze u prvi plan u industrijskim i skladišnim objektima koji zahtevaju konstrukcije većih raspona. Primena prefabrikovanih ploča u stambenoj izgradnji zahteva veliki broj prodora, kroz ove elemente, što direktno utiče na izbor tipa konstrukcije kod ove namene objekta.

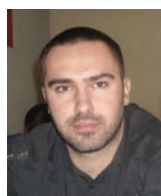
Na bazi optimalne varijante, usvojene polumontažne konstrukcije tipa FERT, planirana je izgradnja objekta. Izlazni rezultati planiranja prikazani su mrežnim planom, metodom Gantograma i obrađeni u MS Project-u. Usvojen je radni kalendar sa osmočasovnim radnim vremenom i radnom nedeljom u trajanju od šest dana.

Za izgradnju objekta potrebno je 289 efektivna radna dana i obuhvata period od 30.09.2013. do 06.05.2014.godine.

7. LITERATURA

- [1] "Glavni projekat-arhitektonsko građevinski deo"-investiciono tehnička dokumentacija, Stambeno-poslovni objekat Po+P+5 Stara Pazova ulica Zmaj Jovina br.1, *Preduzeće za građevinarstvo, projektovanje i inženjering Unigradnja- Miljković Beograd, Stara Pazova, 2009.*
- [2] "Glavni projekat-statički proračun"-investiciono tehnička dokumentacija, Stambeno-poslovni objekat Po+P+5 Stara Pazova ulica Zmaj Jovina br.1, *Preduzeće za građevinarstvo, projektovanje i inženjering Unigradnja- Miljković Beograd, Stara Pazova, 2009.*
- [3] Radosavljević, Ž., Bajić, "Armirani beton" - knjiga 3, *Građevinska knjiga, Beograd, 2004.*
- [4] "Tehničar"- građevinski priručnik, *Građevinska knjiga, Beograd, 1988.*
- [5] Opricović, S.: "Optimizacija sistema", *Građevinski fakultet, Beograd, 1992.*
- [6] Trivunić, M., Matijević, Z.: "Tehnologija i organizacija građenja" - praktikum (drugo izdanje), *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006.*
- [7] "Normativi i standardi rada u građevinarstvu-visokogradnja, građevinski radovi-1", *Građevinska knjiga, Beograd, 1999.*
- [8] "Normativi i standardi rada u građevinarstvu-visokogradnja, građevinski radovi-1", *Građevinska knjiga, Beograd, 2001.*
- [9] Trivunić, M., Matijević, Z.: "Upravljanje projektima" - skripta I, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.*

Kratka biografija:



Slavoljub Čučuz rođen je u Indiji 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 2013.god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2010.god. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske i arhitektonske konstrukcije.

**IZBOR OPTIMALNE FASADNE SKELE ZA IZGRADNJU
STAMBENO - POSLOVNOG OBJEKATA****THE SELECTION OF OPTIMAL SCAFFOLDING FOR CONSTRUCTION
RESIDENTIAL-BUSINESS OBJECTS**Darko Jokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je opis savremenih sistema skela, te izrada i montaža fasadne skele na jednom konkretnom stambeno – poslovnom objektu. Teži se da se radovi izvedu u što kraćem vremenskom roku uz zadovoljavajući kvalitet, poštujući sve propise i standarde koji se bave ovom oblašću.

Abstract – In this paper, a description of the modern system of scaffolding is presented and fabrication and erection of scaffold at a particular residential - commercial building. The goal is to carry out the works as soon as possible with a satisfactory quality, while obeying all the regulations and standards dealing with this area.

Ključne reči – građevinarstvo, tehnologija građenja, organizacija građenja

1. UVOD

Pod skelama u građevinarstvu, podrazumevaju se privremene konstrukcije koje služe za pristup svim delovima objekta u izgradnji, rekonstrukciji ili restauraciji i to na visini većoj od 150 cm iznad tla.

Osnovni delovi skelskih sistema su:

- štapovi (vertikalni, horizontalni i kosi)
- ramovi (vertikalni, brza montaža i veće ukrućenje)
- elementi za spajanje i nastavljjanje (pouzdati, jednostavni i praktični, za brz i bezbedan rad na montaži i demontaži)
- elementi za regulaciju (dimenzije i oblik skele se mogu prilagoditi po potrebi)
- oslonačke papuče (sprečavaju klizna pomeranja vertikalnih štapova odnosno njihovo potonuće)
- toranj ili jaram je osnovni element svake skele – sastoji se od dve paralelne površi sistema štapova, povezanih u prostoru.

Prema nameni i nosivosti razlikujemo:

- lake (fasadne, radne, zaštitne, komunikacijske...),
- teške (nosive skele za konstrukcije visokogradnje).

Prema statičkom sistemu skele delimo na:

- sisteme štapova sa delimično uklještenim vezama i
- sisteme ramova sa delimično uklještenim i zglobnim vezama.

Najčešće se koriste sledeći tipovi skela:

- skele na nogama,
- prihvatne skele,

- skele na lestvama,
- skele na drvenim stubovima,
- konzolne skele,
- viseće skele
- metalne cevne skele,
- noseće skele,
- pokretne skele,

1.1. Materijali za izradu skela

	Klasične skele	Savremene skele
Osnovni material	drvo u vidu drvenih oblica, tesane građe (landene) i slično,	čelične cevi (laka skela – Ø 48,3 mm – 80 mm; teška skela – Ø 80 mm-200 mm),
Sredstva veza	ekseri, klamfe, vijci,...	specijalne spojnice sa vijcima (ortogonalne i obrtne),
Sredstva nastavljanja	drveni obrazi, metalni okovi,	trnovi za nastavljjanje,
Sredstva oslanjanja	drvene grede-jastuci,	oslonačke papuče i glave,
Sredstva regulacije	drveni klinovi.	regulatori dužine sa rupicama i trnovima, ili regulatori sa navojem.

Takođe, osnovnu konstrukciju savremene skele, mogu činiti i ramovi uz koje idu isti prateći elementi.

1.2. Elementi skele

Pod skele, mora biti pun, izveden od zbijenih dasaka bez otvora i razmaka. Oštećeni, odnosno dotrajali elementi, ne smeju se ugrađivati. Udaljenost poda skele od zida objekta ne sme biti veća od 20 cm. Čista radna širina poda, ne sme biti manja od 80 cm.

Sva radna mesta na visini većoj od 100 cm iznad terena ili poda, sa kojih se može pasti, moraju biti ograđena čvrstom zaštitnom ogradom visine najmanje 100 cm.. Razmak elemenata popune zaštitne ograde, ne treba da bude veći od 30 cm, odnosno 35 cm kod ograde metalnih skela. Pri dnu ograde mora se postaviti ivična zaštita (daska) visine najmanje 20 cm. Umesto uzdužne popune od dasaka, može se koristiti žičana mreža sa otvorima okaca od najviše 2 x 2 cm.

Zaštitna ograda mora se postaviti po celoj dužini skele, kao i s bočnih strana, odnosno na kraju svake etaže. Visina zaštitne ograde ne sme biti manja od 100 cm, mereno od poda.

Za svaki sprat skele, mora biti napravljen siguran pristup, pomoću odgovarajućih merdevina. Strane drvenih merdevina moraju biti iz jednog komada, a prečke usađene ili urezane u strane. Širina merdevina je min 45 cm, a razmak između prečki je max 32 cm.

NAPOMENA:

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

2. METALNE CEVNE SKELE

Metalne cevne skele, mogu se koristiti samo u skladu sa predviđenom namenom i na osnovu projekta sa statičkim proračunom i tehničkim rešenjima za izvođenje. Projekat mora sadržati:

- dimenzije skele i njenih sastavnih elemenata,
- specifikaciju sastavnih elemenata,
- sredstva za međusobno spajanje elemenata,
- način postavljanja i način vezivanja skele za objekat,
- način osiguranja od vetra,
- najveće maksimalno dopušteno opterećenje,
- vrstu i kvalitet materijala,
- statički proračun nosećih elemenata,
- uputstvo za montažu i demontažu,
- ostale podatke sa rešenjima prilaza, odnosno pristupa na svaku etažu skele sa zaštitnom ogradom.

Elementi metalnih cevni skela, u pogledu oblika, dimenzija i kvaliteta materijala, moraju odgovarati važećim standardima i međusobno čvrsto vezani u stabilnu i jedinstvenu konstruktivnu celinu.

Statički proračun skele mora biti izrađen u skladu sa tehničkim propisima za skele. Koeficijent sigurnosti skele na prevrtanje mora iznositi najmanje 1.5.

Rđom ili na drugi način oštećeni elementi metalnih skela ne smeju se ugrađivati. Vertikalni noseći štapovi metalne skele, moraju biti položeni na "papuče", pričvršćene na gredice, beton i sl. Svi vertikalni štapovi stubova skele, moraju biti u uzdužnom i poprečnom pravcu vezani i učvršćeni pomoću dijagonalnih veza postavljenih pod uglom od 45° u oba pravca. Udaljenost između nosećih vertikalnih štapova, određuje se projektom skele zavisno od predviđenih opterećenja i visine skele. Pri sastavljanju skele, mora se pažljivo postupati. Kod spojnica sa vijcima, zatezanje vijaka vrši se moment ključem prema uputstvu proizvođača. Vertikalnost i horizontalnost čeličnih štapova mora se proveravati u toku postavljanja i nakon postavljanja skele.



CEVNA FASADNA SKELA				ELEMENTI SKELE									
TIP SKELE	CEV 1200	CEV 2000	CEV 2500	CEV 3000	CEV 3200	CEV 4000	CEV 5000	Sponica	Umetak	Spon. fiksna	Spon. okretna		
IK-SK 100m ²	38	10	8	/	/	6	22	32	10	36	162	12	
IK-SK 210m ²	58	16	8	17	8	8	50	51	16	91	296	18	
IK-SK 280m ²	78	16	12	23	8	12	66	69	20	125	348	24	
IK-SK 400m ²	110	20	14	24	10	14	92	96	20	180	640	36	
IK-SK 500m ²	130	20	18	32	10	18	112	128	20	228	640	40	

Slika 1: Elementi cevne skele

2.1. Opšta pravila za montažu cevne skele

Pri montaži skele treba paziti da:

1. Svaka figura koja formira skelu bude u obliku trougla.
2. U svakom čvoru mora biti sprečeno pomeranje u sva tri ortogonalna pravca.
3. Osnovni element svake skele je jaram/toranj – dve paralelne ravni od sistema štapova povezane u prostoru.
4. Temelji skele moraju biti potpuno stabilni i imati potrebnu nosivost.

5. Treba sprečiti udare na štapove izvan čvorova, jer dolazi do kombinacije normalne sile i savijanja.

2.2. Sidrenje cevne skele

Sidrenje se može postavljati samo na stabilnim i čvrstim delovima objekta, po pravilu na međuspratne ploče i podupirače i to samo priborom za sidrenje (tiple, vijci, ušice) koji je ispitan ili sertifikovan (slika 2). Služi za eliminisanje horizontalnih sila koje deluju u podužnom i poprečnom pravcu skele.



Slika 2,3: Sidrenje skele:

Tipični delovi skele

3. TIPSKE FASADNE SKELE

Primena tipske fasadne skele je veoma široka. Posebne karakteristike ove skele su:

- brža i lakša montaža i demontaža;
- jednostavan transport (zauzima malo prostora);
- mogućnost primene kod razuđenih osnova;
- skela je znatno lakša u odnosu na klasičnu.

Potreban i dovoljan uslov za siguran rad radnika je da se uz skelu priloži samo atest proizvodnje sa dokumentacijom (nije potreban poseban projekat).

Montaža i demontaža tipske fasadne skele je jednostavna i brza (slika 3) bez upotrebe dizalice, ali uz nužnu stručnu osposobljenost.

Projekat i proizvodnja tipske fasadne skele su prilagođeni potrebama fasaderskih radova - da se obavljaju brzo, nesmetano i sigurno.

Skladištenje i transport skele su jednostavni jer zauzima mali prostor, a elementi su lagani.

Izgled montirane tipske fasadne skele, prikazan je na slici 4.



Slika 4: Ramovska skela

Za postavljanje i montažu skele na gradilištu, treba pripremiti:

- teren za postavljanje skele,
- uputstvo za montažu tipske fasadne skele,
- delove i pribor za montažu tipske fasadne skele,
- spojni materijal za tipsku skelu,
- materijal za pod, ograde i pristupe.

Pripremiti specijalni materijal:

- za pokrivanje, sidrenje, rasvetu, uzemljenje i slično,
- natpise, zabrane i upozorenja,
- potreban alat i opremu za montažu.

3.1. Montaža tipske fasadne skele

Na podlogu se postave oslonci na odgovarajućim razmacima. Na oslonce se postavljaju H-okviri i povezuju prečkama ili ogradama, vertikalnim i horizontalnim dijagonalama. Nivelacija pomoću podesivih oslonaca obavlja se postepeno, postavljanjem prvog polja duž fasade. Posle toga sledi postavljanje gazišta, gazišta s vratima i merdevina. Pod je bitan element pri stabilizaciji skele. Stoga se na sve nivoe skele postavlja pod, čak i ako za radni proces to nije potrebno. Sledeće etaže se dalje montiraju postavljanjem novih H-okvira i njihovim povezivanjem dodavanjem ostalih elemenata. Sidrenje skele, obavlja se pričvršćivanjem kuke za armaturu u serklažu i za skelu pomoću krute spojnice i to na svakoj drugoj etaži i svakom trećem H-okviru. Demontaža se vrši obrnutim redom. Elementi se ne smeju baciti kako se ne bi oštetili i prljali.

4. POKRETNE SKELE

Pokretne skele primenjuju se za sve vrste radova, koji traju kraće vreme (nekoliko dana) i koji podrazumevaju ugradnju lakih materijala. Ovi radovi mogu biti na unutrašnjim i spoljašnjim fasadama i pod krovom objekta. Da bi bila pokretna, ovakva skela je postavljena na sopstvene točkove ili na kamion. Pokretna skela, projektuje se, proizvodi i montira u obliku prostornog tornja sa pravougaonom osnovom. Sastoji se od radne platforme i podizne konstrukcije (hidraulični kran, makaze...)

Montaža i demontaža pokretne skele je jednostavna i brza, bez upotrebe dizalice, ali uz nužnu stručnu osposobljenost radnika. Kada je skela u mirovanju, točkovi moraju biti zakočeni (slika 5).



Slika 5: Pokretna skela

5. USLOVI RADA

5.1. Opasnosti pri radu na skelama

Pri primeni skele pojavljuju se mnoge opasnosti koje korisnici mogu i moraju sami uočiti i sprečiti nezgode, a neke od tih opasnosti su:

- rušenje neispravno izvedene skele,
- pad sa visine pri penjanju po skeli ili neobezbeđenim merdevinama kao i kretanje po neobezbeđenim pristupima etaži skele,
- pad sa etaže skele koja nije zaštićena propisanom zaštitnom ogradom,
- klizanje na podu skele, zapinjanje za odložene predmete, propadanje kroz otvore na podu skele ili otvore između skele i objekta,
- pucanje radnog poda ili rušenje skele zbog preopterećenja,
- pad predmeta sa skele.

Skele mogu postavljati, prepravljati, dopunjavati i demontirati samo stručno obučeni i zdravstveno sposobni monter.

5.2. Plan i kontrolna knjiga (list) skele

Ispravnost skele mora se proveravati od strane odgovorne osobe na gradilištu i to pre upotrebe, za vreme upotrebe najmanje jedanput mesečno, a naročito posle vremenskih nepogoda, prepravki, oštećenja ili u bilo kojim drugim okolnostima koje su mogle uticati na stabilnost i čvrstoću skele. Proveravanje ispravnosti skele upisuje se u kontrolnu knjigu (list) skele, uz overu određene osobe na gradilištu. Sva navedena dokumentacija mora biti overena potpisom projektanta skele, odnosno odgovorne osobe na gradilištu i mora se čuvati do demontaže skele.

6. FASADNA SKELA ZA STAMBENO-POSLOVNI OBJEKAT Su+P+2 PETNICA

Stambeno – poslovni objekat Su+P+2 u Petnici, kod Valjeva, građen je u slobodnim uslovima (na srpskom podneblju), tj. ne postoji ograničenje od strane susednih objekata. Samim tim postoji više mogućnosti projektovanja i izvođenje fasadne skele.

Na prvo mesto se stavlja sigurnost, brzina izvođenja radova kao i ekonomski faktor.

6.1. Početna razmatranja

Potrebno je uraditi termoizolaciju svih fasadnih zidova i preko toga „nabaciti“ sloj maltera ili ugraditi nekakvu drugačiju oblogu, kao što je to slučaj sa fasadom na severnoj strani.

Ovi radovi se naravno, obavljaju nakon zidanja spoljašnjih zidova (spoljašnji zidovi su ozidani sa unutrašnje strane objekta), i ostaje „samo“ da se uradi i ovaj deo radova, pa je neophodna postavka fasadne skele. Kad god uslovi gradnje to dozvoljavaju, fasadna skela treba da bude samostojeća (montirana sa zemlje), jer je tako najbezbednije, a u svim drugim uslovima potrebno je dovijati se na razne načine, izabrati optimalno rešenje u datom momentu i pri tome obratiti veliku pažnju na sigurnost radnika.

Na novom objektu, zbog njegove osnove, postoji šest fasada, odnosno šest frontova rada za koje je potrebna fasadna skela.

Visina fasadne skele iznosi 13m, a celokupna dužina 174m,, što ukupno iznosi 2262 m².

6.2. Odabir skele primenom višekriterijumske optimizacije

Izrada fasade će se dakle, vršiti sa čvrste metalne cevaste, modularne ili tipske, ramovske skele montirane sa zemlje uz objekat svuda, jer je takvo izvođenje moguće.

Konkretno za ovaj objekat, moguće je primeniti više varijanti, odnosno kombinacija skelskih sistema.

Takođe je potrebno imati uvid u sve parametre po kojima će se odlučiti, koji tip skele usvojiti, ako izbor postoji.

U razmatranje uzimamo tri varijante: cevnu skelu „IMT“, ramovsku skelu „Layher“ i modularnu skelu „Plettac“.

Izbor jedne, druge ili treće će naravno najviše zavisiti od cene, ali i od mogućnosti da se radovi na fasadi izvedu u što kraćem roku i na odgovarajući način.

Specifikacijom materijala za skelu (cevnu, ramovsku i modularnu), dobija se uvid u potrebe za materijalom i cenom koštanja.

U okviru toga, može se doći do rešenja (nabavka, brzina montaže-demontaže, iznajmljivanje – cena, dopremanje, skladištenje, korišćenje, ljudski resursi...).

Trajanje-brzina montaže i demontaže određeni su izradom dinamičkih planova za tri varijante.

U priloženom predračunu data je cena iznajmljivanja, montaže-demontaže razmatranih varijanti.

Kriterijumske funkcije:

f1-cena iznajmljivanja, montaže i demontaže

f2-broj potrebnih elemenata

f3-utrošak rada

f4-brzina montaže

f5- brzina demontaže

f6- stepen komplikovanosti montaže

Alternative u izboru fasadne skele su:

A1-cevna skela „IMT“

A2- ramovska skela „Layher“

A3-modularna skela „Plettac“

Metoda višekriterijumske optimizacije kao najbolje rešenje daje alternativu A2, ramovska „Layher“ skela.

7. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je da se izvrši izbor fasadne skele za stambeno – poslovni objekat Su+P+2 koji se nalazi u Petnici kod Valjeva. Pre toga, teorijskom osnovom, tj. opisom savremenih sistema skela, dat je uvid u postojeću tehnologiju i mogućnost odabira i primene različitih tipova skele u svrhu optimalnog planiranja izrade završnih radova na objektima visokogradnje-visespratnim stambenim i poslovnim zgradama.

Pri tome se vodilo računa da se svi prateći radovi izvedu u što kraćem vremenskom roku uz zadovoljavajući kvalitet, poštujući sve propise i standarde, kao i mere za bezbedan i zdrav rad.

Kao alat upotrebljena je metoda višekriterijumske optimizacija, u izboru najpovoljnije skele za predmetni objekat, na osnovu kvalitativnih i kvantitativnih pokazatelja. Pokazatelji su karakteristike skela koje ujedno predstavljaju kriterijumske funkcije za izbor najboljeg rešenja:

f1-Cena iznajmljivanja, montaže i demontaže, predstavlja ukupno koštanje skele po m² površine fasade. Cena iznajmljivanja se obračunava prema ponudi firmi koje se bave istim. Cene montaže i demontaže su one koje su dobijeni iz utroška ljudskog i mašinskog rada. Zbirom navedenih, dobijene su ukupne cene za tri varijante.

f2-Broj potrebnih elemenata predstavlja ukupnu potrebnu količinu, koja je prikazana u specifikaciji, za pojedinu varijantu.

f3-Utrošak rada je u stvari ukupna količina, koja se utroši prilikom montaže i demontaže izražena u časovima, dobijena je na osnovu dinamičkih planova.

f4-Brzina montaže je vreme za koje se montira skela, izražena je u danima.

f5-Brzina demontaže je vreme za koje se uklanja skela, izražena je u danima.

f6-Stepen komplikovanosti montaže kod povezivanja elemenata, spojno sredstvo kojim se ono vrši i način na koji se vrši. Prednost se daje jednostavnijem povezivanju i vrednuje se od 1-3. Veza sa stepenom komplikovanosti 1 je najpovoljnija sa stanovišta ovog kriterijuma.

Izvršen je proračun sa skelama:

-cevne skele „IMT“

-ramovska „Layher“ skela

-modularna „Plettac“.

Kao optimalna izabrana je ramovska „Layher“ skela, koja se sastoji od jednostavnog sistema ramova i patosnica koje se vrlo lako povezuju bez dodatnih spojnica. Ukručivanje skele se vrši vertikalnim i horizontalnim dijagonalama, dok se osigurava ankerovanjem i povezivanjem za objekat. Ograda skele se kači kukama za ramove, penjanje na radne platforme je omogućeno tzv. „robust“ prolazima i tipskim lestvama.

8. LITERATURA

[1] Materijal iz lista „Built“, Beograd 2011.

[2] Darko Klarić „Cijevne Skele“, skripta, Zagreb 2010.

[3] Tehnička dokumentacija glavnog arhitekt. projekta stambeno - poslovnog objekta Su+P+2 u Petnici kod, Valjeva.

[4] „Pravilnik o zaštiti na radu pri izvođenju građevinskih radova“, službeni glasnik Republike Srbije br. 53/97

[5] Pomoćni materijali za praćenje predavanja, građevinski fakultet u Beogradu 2008.

[6] Grupa autora „Drvene konstrukcije“, Građevinski Fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd 2007.

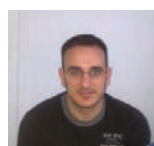
[7] Grupa autora „Metalne konstrukcije“, građevinska knjiga Beograd, 2009.

[8] Opricović Serafim:Optimizacija sistema, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd 1992.

[9] www.layher.rs

[10] www.plettac-assco.de

Kratka biografija:



Darko Jokić rođen je u Kragujevcu 1982. god. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – tehnologija i organizacija građenja, odbranio je 2013. god.

PROCENA STANJA I SANACIJA MONTAŽNE AB KONSTRUKCIJE NAKON POŽARA THE ASSESSMENT AND REPAIR OF RC PRECAST STRUCTURE AFTER FIRE

Slobodan Šupić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je data procena stanja i sanacija montažne AB konstrukcije u Novom Sadu nakon požara. Rad sadrži rezultate detaljnog vizuelnog pregleda, kontrolu kvaliteta ugrađenih materijala i zaključak o stanju. Projektovana je nova krovna konstrukcija i izvršen kontrolni proračun cele konstrukcije. Data su i obrazložena dva od nekoliko mogućih sanacionih rešenja objekta.

Abstract – This paper presents the assessment and repair of RC precast structure after fire in Novi Sad. In addition to the detailed visual inspection is given quality control of the incorporated material and conclusion on the state of the structure. New roof's construction's been projected and complete control estimation's been done. Two possible repair methods have been analysed.

Ključne reči: AB hala, požar, vizuelni pregled, kontrolni proračun, sanacija

1. UVOD

Dana 09.05.2013. godine, izbio je požar u poslovnom objektu "Uradi sam" u Novom Sadu. U toku požara potpuno su oštećeni dijelovi enterijera, instalacija, krovni pokrivač i fasadne obloge u objektu, kao i kompletna noseća krovna konstrukcija, dok su AB stubovi i fasadne AB grede pretrpeli značajna oštećenja. Izgled objekta nakon požara dat je na slici 1.



Slika 1. – Izgled objekta posle požara

2. VIZUELNI PREGLED SA ANALIZOM REGISTROVANIH DEFEKATA I OŠTEĆENJA

Obavljen je detaljan vizuelni pregled svih stubova i fasadnih greda uz merenje dimenzija, radi upoređenja sa projektovanim dimenzijama. Detaljnim vizuelnim pregledom armiranobetonskih stubova i greda uočeno je da na njima postoje sledeće vrste defekata i oštećenja:

Defekti: nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona, neravne površine betona.

Oštećenja: odljuskan ili otpao i izgorio završni premaz, promenjena boja betona na površini, trošan, progoreli zaštitni sloj betona sa zrnima agregata promenjene boje, trošne podužne ivice stuba, mrežaste prsline u površinskom sloju betona, horizontalne prsline duž uzengija, horizontalne pukotine usled savijanja stuba, vertikalne prsline i pukotine uz ivice stuba (duž glavne armature), pucanje, odvajanje i otpadanje betona uz ivice stuba, narušena adhezija između betona i armature, ogoljena armatura, lokalna mehanička oštećenja betona na mestu pričvršćivanja elemenata enterijera. Karakteristični defekti i oštećenja usled požara ilustrovani su na slikama 2 do 6.



Slika 2. – Otpadanje betona duž ivica stuba



Slika 3. – Ljuskanje i otpadanje trošnog betona

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vlastimir Radonjanin, red.prof.



Slika 4. – Drobljenje betona u zoni oslanjanja



Slika 5. – Rotacija grede (sklona padu)



Slika 6. – Redukovana širina oslanjanja grede

3. NAKNADNO UTVRĐIVANJE KVALITETA UGRAĐENOG BETONA

Radi određivanja stvarne čvrstoće betona pri pritisku nakon požara, obavljeno je vađenje jezgara iz osnovnih konstrukcijskih elemenata (stubova, greda i podne ploče). Osim za ocenu čvrstoće betona pri pritisku na dan ispitivanja, jezgra su poslužila i za određivanje dubine progorelog sloja betona, detekciju unutrašnjeg raslojavanja betona i unutrašnjih pukotina. Pritisne čvrstoće kernova svedene na kocku ivice 20cm prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Parametri za ocenu čvrstoće betona pri pritisku

Element konstrukcije	Broj ispitanih cilindara	Sr. Vred. čvrstoće pri pritisku (MPa)	Min. Vred. čvrstoće pri pritisku (MPa)
AB stubovi u osi A	5	59.2	52.7
AB stubovi u osi B	5	56.5	47.4
AB grede u osi A	3	44.4	39.4
AB grede u osi B	3	44.7	37.3
AB podna ploča	3	58.7	55.7

U svim AB elementima postoji "kompaktno" betonsko jezgro, koje ima zadovoljavajuće mehaničke karakteristike i može se smatrati da beton ispunjava uslove za projektovanu MB40.

4. NAKNADNO UTVRĐIVANJE KVALITETA UGRAĐENE ARMATURE

Radi utvrđivanja kvaliteta armature, uzeti su uzorci rebraste armature za laboratorijsko ispitivanje. Šipke armature su izvađene iz AB grede - rožnjače, koja je ostala nakon raščišćavanja porušene krovne konstrukcije. Laboratorijskim ispitivanjem određeni su: čvrstoća pri zatezanju, granica razvlačenja, jedinično prekidno izduženje i izduženje pri prekidnoj sili.

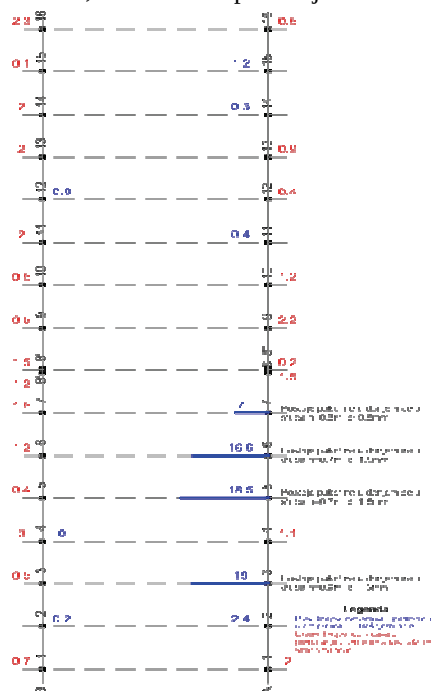
Rezultati ispitivanja su prikazani u tabeli 2.

Tabela 2. Kontrola kvaliteta ugrađene armature

Oznaka uzorka	Dimenzije uzorka (mm)	Napon tečenja R_p (MPa)	Zatezna čvrstoća R_m (MPa)	Jedinično prek. izduženje A (%)
D1	Ø18	463	552	13,3
D2	Ø18	440	525	14
D3	Ø18	447	526	-
G1	Ø18	482	546	14,4
G2	Ø18	505	577	10
G3	Ø18	482	550	-
Min. vred. prema SRPS C.K6.020		400	500	10

5. GEODETSKO SNIMANJE VERTIKALNOSTI STUBOVA

Geodetskim snimanjem, koje je obavljeno 05.06.2013 godine, obuhvaćeno je 11 tačaka po visini svakog stuba. Na slici 7 su prikazani podaci o odstupanjima za sredinu stuba i vrh stuba, u odnosu na podnožje stuba.



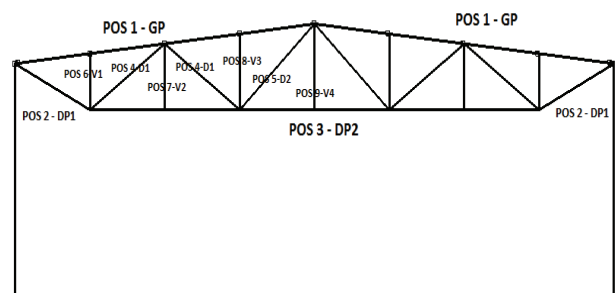
Slika 7. – Odstupanje stubova od vertikalnosti
Stubovi A3, A5, A6 i A7 su evidentno nagnuti prema sredini hale. Odstupanja vrha ovih stubova u odnosu na uklješteni dio stuba su velika i iznose 71 - 185mm.

6. ZAKLJUČAK O STANJU KONSTRUKCIJE

U toku požara koji je 09.05.2013 g. zahvatio poslovni objekat "Uradi sam" na Novom Naselju u Novom Sadu potpuno su oštećeni enterijer, instalacije, krovni pokrivač i fasadne obloge u objektu, kao i kompletna noseća krovna konstrukcija. Preostali elementi noseće konstrukcije (AB stubovi, fasadne AB grede) pretpeli su značajna oštećenja, dok su oštećenja podne AB ploče površinskog karaktera. Mehaničke karakteristike betona i armature nisu redukovane usled dejstva požara. Step en i karakter nastalih oštećenja linijskih elemenata konstrukcije je takav da je smanjena nosivost svih AB stubova i AB greda, a kod pojedinih je ugrožena i stabilnost.

7. KONSTRUKCIJSKO REŠENJE

Osovinski rasponi stubova u dva pravca koje nazivamo poprečni i podužni pravac su 24.0 m i 6.0 m. U poprečnom pravcu postavljeni su rešetkasti krovni vezači koji su kruto vezani za stubove objekta. Na glavne vezače se oslanjaju rožnjače statičkog sistema kontinualnog nosača. U podužnom pravcu stubovi su povezani novim čeličnim ivičnim fasadnim riglama. Spreгови za ukrućenje su postavljeni u krajnjim poljima krovne konstrukcije, tako što se po dva glavna nosača povezuju dijagonalama u nivou gornjeg pojasa rešetke. Stubovi objekta su uklješteni u temelje koji su povezani temeljnim gredama zbog eventualnog zatvaranja objekta i ukrućenja temelja. Na slici 8, prikazan je izgled glavnog krovnog nosača.



Slika 8. - Izgled glavnog krovnog nosača

U programu za strukturalnu analizu Tower6, urađen je proračun konstrukcije i dimenzionisanje novih čeličnih i postojećih betonskih elemenata. Dobijenim rezultatima utvrđeno je da postojeća armatura u betonskim elementima zadovoljava zahtevanu armaturu prema novom proračunu. Opterećenja koja su korišćena pri proračunu su: osnovna (sopstvena težina i opterećenje snegom) i dopunska (vetar i seizmika).

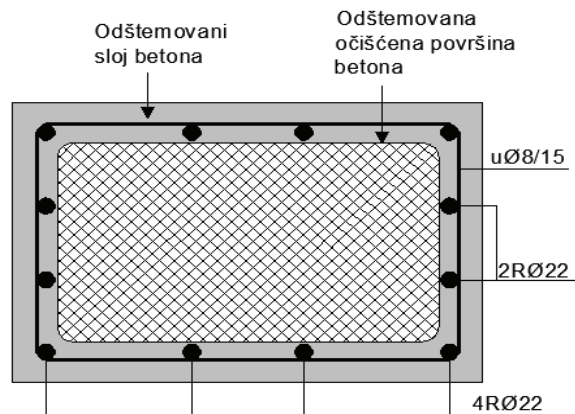
8. SANACIONO REŠENJE

8.1 I varijanta

Sanacija AB stubova sastoji se iz: uklanjanja trošnog i izgorelog betona u zonama po visini stuba, potpunog uklanjanja preostalog zaštitnog sloja i trošnog betona u gornjem dijelu stuba u visini od 60 cm od gornje ivice stuba, čišćenja od korozije vidljivih dijelova armature, lokalnog reprofisanja trošnih, ispucalih i odvaljenih podužnih ivica stubova (do projektovanih dimenzija) mikroarmiranim reparaturnim malterom i "utezanja" stubova dodatnim uzengijama, lokalnog repariranja trošnih, ispucalih i nagorelih dijelova betona, izvođenja novog zaštitnog sloja betona u vrhu stuba i postavljanja

čelične podloške za vezu sa čeličnim elementima krovne konstrukcije. Uklanjanje ručnim ili mašinskim štemovanjem ispucalih, labavih i progorelih dijelova betona vrši se na svim stubovima. Štemovanjem treba formirati otvor pravilnog geometrijskog oblika, bez isklinjavanja. Uobičajeno je da se beton oko armature uklanja pneumatskim čekićima (pikhamerima mase do 14kg). Štemovanje treba izvesti sve do zdravog betona.

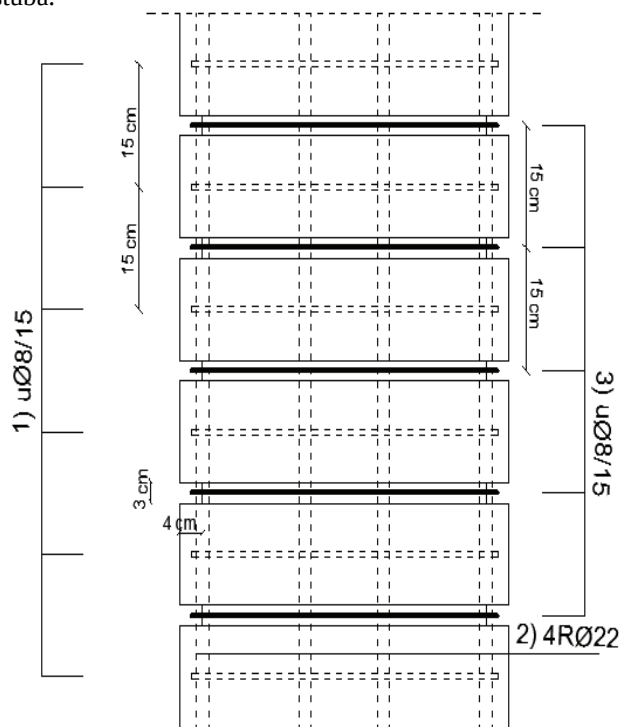
Na slici 9 prikazan je presek saniranog stuba.



Slika 9. - Presek saniranog stuba

Redosled daljih radova na sanaciji je sledeći: formiranje horizontalnih šliceva po obimu stuba ručnim ili mašinskim štemovanjem (šlicevi su širine cca 3cm, dubine cca 4cm, a otvaraju se između postojećih uzengija, na rastojanju od cca 15cm), čišćenje "oslobođenih" delova šipki glavne armature od tragova korozije i cementnog kamena žičanim, čišćenje i pranje odštemovanih zona betona, premazivanje vidljivih delova armature epoksi-cementnom masom za zaštitu od korozije, postavljanje novih uzengija $\phi 8$ u pripremljene šliceve, popunjavanje odštemovanih delova betona mikroarmiranim reparaturnim malterom.

Na slici 10 prikazan je plan formiranja šliceva po visini stuba.



Slika 10. - Prosecanje šliceva između postojećih uzengija

**ANALIZA PROCESA PREFABRIKACIJE PRI PLANIRANJU DINAMIKE IZGRADNJE
MONTAŽNE BETONSKE HALE****THE ANALYSIS OF PREFABRICATION PROCESS IN CONSTRUCTION DYNAMIC
PLANNING OF THE PRECAST CONCRETE HALL**

Tamara Marić, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je analizirana faza prefabrikacije elemenata konstrukcije montažne betonske hale. Razmatrana su tri načina organizovanja proizvodnje, variranjem broja radnih brigada. Na osnovu vremena potrebnog za proizvodnju elemenata, troškova proizvodnje i utroška oplata (kalupa), izabrano je optimalno rešenje. Za usvojenu varijantu proizvodnje planirana je dinamika izgradnje konstrukcije objekta.

Abstract – This paper analyses the prefabrication phase of construction elements of the precast concrete hall. It discusses the three ways of production organizing, varying the number of work brigades. Based on the time required for the production of elements, the cost of production and consumption of formwork (molds), the optimal solution has been selected. For the adopted production version, a construction dynamic of structure of the building was planned.

Ključne reči: prefabrikacija, optimizacija, transport, montaža

1. UVOD

Industrijalizacija građenja podrazumeva skup tehničkih, tehnoloških i organizacionih mera i metoda, koje se primenjuju sa ciljem da se proizvodnja ubrza i olakša i da se izvrši racionalizacija utroška resursa za tu proizvodnju. Pri projektovanju montažnog objekta potrebno je definisati procese izrade elemenata, transporta i montaže (tehnologiju, potrebnu mehanizaciju, organizaciju rada), koji će svojim tokom dati zahtevane efekte vezane za rok, troškove i kvalitet. Potrebno je odabrati optimalan način rada (proizvodnje, transporta i montaže elemenata) [1].

U radu su detaljno analizirani problemi vezani za fazu proizvodnje (prefabrikacije) elemenata konstrukcije montažne betonske hale. Planiranje proizvodnje elemenata rađeno je u tri varijante, pri čemu je variran broj radnih brigada.

Metodom višekriterijumske optimizacije izabrana je najpovoljnija varijanta organizovanja proizvodnje svih elemenata konstrukcije. U sklopu planiranja izgradnje kompletnog objekta, analizirane su i faze transporta i montaže ovih elemenata.

2. OPIS KONSTRUKCIJE OBJEKTA

Objekat čija je izgradnja planirana u radu, lociran je u zoni Majur, Šabac. Predstavlja poslovni kompleks namenjen za proizvodnju (prizemlje), sa administrativnim delom (sprat).

Konstrukcija objekta je montažna, armirano betonska iz proizvodnog programa "Novotehna", Novi Sad.

Objekat je u osnovi dimenzija 60,00x37,00m, a sprat dimenzija 5,50x30,60m. Površina objekta zauzima cca 2220,0 m².

Konstrukciju hale čine ramovi, koje formiraju stubovi uklješteni u temeljne čašice, sa zglobno oslonjenim krovim nosačima. Ramovi su povezani temeljnim gredama.

U osnovi objekta nalazi se 29 stubova, od kojih su stubovi na obodu objekta višeeetažni. Stubovi na koje se oslanja sprat su poprečnog preseka 0,5x0,4m, a unutar objekta i na fasadi, poprečnog preseka 0,5x0,5m i 0,7x0,7m. Na stubove se oslanjaju međuspratne grede i montažna međuspratna konstrukcija, tipa OPP20.

Prilaz spratu omogućen je konstrukcijom jednokrakih stepenica.

Objekat je zatvoren armirano betonskim panelima. Jedna strana objekta projektovana je kao otvorena, pa su četiri stuba dimenzija 0,7x0,7m povezana sa objektom glavnim krovim nosačima, bez armirano betonskih panela.

**3. PLANIRANJE PROIZVODNJE ELEMENATA
KONSTRUKCIJE**

U skladu sa kapacitetima proizvodnog pogona, mogućnost da se elementi konstrukcije montažne hale proizvode sa jednom kompleksnom radnom brigadom ili kombinovanjem više njih, otvara problem izbora optimalne varijante organizovanja proizvodnje.

U ovom radu su za izbor optimalnog načina proizvodnje, razmatrane tri varijante:

- Varijanta I – proizvodnja elemenata organizovana sa jednom kompleksnom brigadom,
- Varijanta II – proizvodnja elemenata organizovana sa dve kompleksne brigade i
- Varijanta III – proizvodnja elemenata organizovana sa tri kompleksne brigade.

Organizovanje proizvodnje variranjem broja radnih brigada, utiče na dinamiku (vreme potrebno da se proizvedu elementi) i potreban broj kalupa.

NAPOMENA:

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

3.1 Varijantna rešenja

Varijantno rešenje u kome se za proizvodnju svih elemenata konstrukcije angažuje samo jedna radna brigada detaljno je prikazano u radu [2]. Na osnovu projektna dokumentacije, specifikacije i broja elemenata sračunate su potrebne količine materijala za proizvodnju elemenata konstrukcije.

Na osnovu internih normativa preduzeća Novotehna, u čijem pogonu su elementi i napravljeni, planirana je dinamika proizvodnje (vreme i sastav radnih brigada).

Uvođenjem još jedne brigade za proizvodnju elemenata, vreme potrebno za proizvodnju se skraćuje. Brigade rade paralelno na proizvodnji elemenata. Količina materijala (armature i betona) za proizvodnju svih elemenata konstrukcije ostaje ista, ali se povećava broj kalupa potrebnih za proizvodnju.

Treće varijantno rešenje podrazumeva paralelno izvođenje radova na proizvodnji elemenata konstrukcije u čijoj proizvodnji učestvuju tri kompleksne radne brigade. Ovakav način organizovanja proizvodnje, takođe utiče na skraćivanje potrebnog vremena za proizvodnju elemenata i povećanje broja kalupa.

3.2. Kriterijumi optimizacije

Za vrednovanje načina organizovanja proizvodnje definisana su tri kriterijuma:

- koeficijent upotrebe kalupa,
- vreme potrebno za proizvodnju svih elemenata konstrukcije i
- troškovi proizvodnje svih elemenata konstrukcije.

Za sve elemente koji se proizvode za potrebe ugradnje u razmatrani objekat, određena je vrsta kalupa i njihove dimenzije.

Elementi istog poprečnog preseka, bez obzira na dužinu, proizvode se u istim kalupima. Detaljnim planiranjem dinamike proizvodnje određen je broj kalupa.

Potrebna količina oplata, kalupa (u m²) data je u tabeli 1 za sva tri varijantna rešenja organizovanja proizvodnje.

Tabela 1. Površine kalupa za sva tri varijantna rešenja

varijanta	površina kalupa (m ²)
I	942.18
II	1523.41
III	1686.6

Za vrednovanje i izbor optimalne varijante uveden je koeficijent upotrebe kalupa Kup (tabela 2). Koeficijent upotrebe kalupa (1) predstavlja odnos između potrebne površine kalupa i-te varijante i maksimalne potrebne površine kalupa.

$$Kup = P_i / P_{max}, \quad i=1,2,3 \quad (1)$$

gde su:

Kup – koeficijent upotrebe kalupa

P_{max} – maksimalna površina kalupa

P_i – površina kalupa za i-tu varijantu

Tabela 2. Koeficijent upotrebe kalupa za tri varijante organizovanja proizvodnje

varijanta	koef. upotrebe kalupa
I	0.558
II	0.903
III	1

U radu [2] detaljno je razrađena dinamika proizvodnje svih elemenata konstrukcije montažne hale. Na osnovu dobijenih vrednosti za proizvodnju svake vrste elemenata, metodom ciklograma, planirana je proizvodnja za I varijantno rešenje, sa jednom kompleksnom radnom brigadom. Brigada se sastoji od 4 radnika – tesar, armirač, betonirac i pomoćni radnik. Vreme potrebno da se proizvedu svi elementi konstrukcije iznosi 63 efektivna radna dana.

Uvođenjem većeg broja radnika koji paralelno rade na proizvodnji elemenata konstrukcije, vreme proizvodnje se skraćuje. U drugom varijantnom rešenju (sa dve kompleksne radne brigade), obe brigade imaju po 4 radnika - tesar, armirač, betonirac i pomoćni radnik. Vreme potrebno da dve radne brigade proizvedu sve elemente konstrukcije iznosi 32 efektivna radna dana.

Vreme potrebno da tri kompleksne radne brigade proizvedu sve elemente konstrukcije iznosi 21 radni dan. Paralelno u proizvodnji elemenata konstrukcije učestvuju tri kompleksne radne brigade, sa po četiri radnika – tesar, armirač, betonirac i pomoćni radnik.

U tabeli 3 prikazano je vreme potrebno za proizvodnju elemenata konstrukcije montažne hale (plus jedan dan za pripremu pogona) za sve tri varijante.

Tabela 3. Vreme za proizvodnju elemenata, za sva tri varijantna rešenja

krit\varij	Varijanta I	Varijanta II	Varijanta III
vreme (dani)	64	33	22

Pri izboru varijantnog rešenja proizvodnje elemenata razmatrani su i troškovi proizvodnje.

Obuhvaćeni su:

- troškovi izrade drvene oplata,
- troškovi pripreme oplata,
- troškovi ugrađenog materijala (armature i betona) i
- troškovi radne snage za ugrađivanje materijala (armature i betona).

Drvena oplata se koristi za proizvodnju elemenata koji imaju specifični gabarit i za koje nije ekonomično praviti metalne kalupe. U ovom projektu takvi elementi su temeljne čašice. Oni su jedini elementi koji se proizvode u drvenim kalupima, dok se svi ostali elementi proizvode u metalnim kalupima ili na pistama za prefabrikaciju.

Za temeljne čašice sračunata je količina materijala za izradu kalupa i troškovi rada za proizvodnju istih.

Troškovi koji se odnose na materijal (beton, armatura) za proizvodnju elemenata isti su za sve tri varijante, dok se razlike javljaju u troškovima radne snage i oplata

(kalupa). Za svako varijantno rešenje proizvodnje elemenata detaljno su sračunati troškovi proizvodnje i prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Troškovi proizvodnje za sve tri varijante

varijanta	troškovi (din)	troškovi (€)
I	67534103.5	602983
II	67569985	603303
III	67573043	603330

3.3 Izbor optimalnog načina organizovanja proizvodnje elemenata konstrukcije

Pošto proizvodnja elemenata nije ograničena veličinom proizvodnog pogona i brojem radnika, sve tri varijante proizvodnje elemenata – varijanta I sa jednom radnom brigadom, varijanta II sa dve radne brigade i varijanta III sa tri radne brigade su moguća rešenja. Potrebno je odrediti koja je od navedenih varijanti optimalna. U postupak vrednovanja varijantnih rešenja uvršten je veći broj kriterijuma (tri). Za rešenje problema usvojena je metoda višekriterijumske optimizacije: metoda kompromisnog programiranja i višekriterijumsko rangiranje alternativnih rešenja. [3]

Model optimizacije definiše vektorsku kriterijumsku funkciju u obliku:

$$\min F(x) = \min (f_1, f_2, f_3) \quad (2)$$

gde su:

f_1 – vreme proizvodnje elemenata

f_2 – troškovi proizvodnje elemenata

f_3 – koeficijent upotrebe kalupa za proizvodnju elemenata

A1 - Varijanta I – proizvodnja elemenata organizovana sa 1 kompleksnom brigadom

A2 -Varijanta II – proizvodnja elemenata organizovana sa 2 kompleksne brigade

A3 - Varijanta III – proizvodnja elemenata organizovana sa 3 kompleksne brigade

Ulazni podaci predstavljeni su tabelarno (tabela 5), a rangiranje po kriterijumskim funkcijama pojedinačno, u tabeli 6.

Tabela 5. Ulazni podaci

krit. fun/alter.	A1	A2	A3
f1	64	33	22
f2	602,983.00	603,303.00	603,330.00
f3	0.558	0.903	1

Tabela 6. Pojedinačna rang lista

krit.fun/alter.	A1	A2	A3
f1	3	2	1
f2	1	2	3
f3	1	2	3

Redosledi alternativnih rešenja dobijeni metodom višekriterijumske optimizacije prikazani su u tabelama (tabela 7 do tabela 10).

Tabela 7. Metoda kompromisnog programiranja
-rešenje je najbolje po svim kriterijumima posmatranim zajedno

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled	1	2	3

Tabela 8. Metoda kompromisnog programiranja
-rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled	1	2	3

Tabela 9. Metoda kompromisnog programiranja
-prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjem

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled	2	1	3

Tabela 10. Metoda kompromisnog rangiranja

alternat. rešenja	A1	A2	A3
redosled alternativnih rešenja			
v1=0.0	2	1	3
v1=0.3	2	1	3
v1=0.6	1	2	3
v1=0.9	1	2	3
v1=1.0	1	2	3

Varijanta A1, proizvodnja elemenata organizovana sa 1 kompleksnom brigadom optimalno je rešenje u strategijama odlučivanja:

- Metoda kompromisnog programiranja - rešenje je najbolje po svim kriterijumima posmatranim zajedno,
- Metoda kompromisnog programiranja - rešenje je geometrijski najbliže idealnoj tački i
- Metoda kompromisnog rangiranja alternativnih rešenja - kada se daje prednost zadovoljenju većine kriterijuma, ne vodeći računa da neki od kriterijuma može biti potpuno nezadovoljen.

Varijanta A2, proizvodnja elemenata organizovana sa 2 kompleksne brigade, optimalno rešenje je u strategijama odlučivanja:

- Metoda kompromisnog programiranja - prioritet je dat kriterijumu sa najvećim odstupanjima
- Metoda kompromisno rangiranje alternativnih rešenja - ne dopušta se nezadovoljenje bilo kog kriterijuma

Za planiranje dinamike izgradnje konstrukcije montažne hale, usvojena je varijanta organizovanja proizvodnje elemenata sa jednom kompleksnom radnom brigadom.

5. TRANSPORT I MONTAŽA ELEMENATA KONSTRUKCIJE

Nakon usvajanja optimalnog rešenja za proizvodnju, planirani su transport i montaža elemenata konstrukcije. U

skladu sa brojem i nosivosti prevoznih sredstava kojim raspolaže preduzeće Novotehne, planiran je transport elemenata. Ne računajući glavne krovne nosače, za koje je organizovan poseban prevoz do gradilišta, svi ostali elementi konstrukcije prevoze se kamionima sa prikolicom (2 kamiona), koje poseduje pomenuto građevinsko preduzeće. Dinamika transporta je takva, da se dnevno može prevesti jedan glavni krovni nosač od mesta proizvodnje u Novom Sadu do mesta ugradnje u Šapcu, a kamioni koji prevoze ostale elemente mogu dnevno da naprave maksimalno po dva dovoza elemenata na gradilište. Vreme potrebno da se svi elementi prevezu do mesta ugradnje iznosi 13 efektivnih radnih dana.

Montaža elemenata se vrši sa vozila, pa nema potrebe organizovanja privremenih deponija elemenata na gradilištu. Usvojena je kombinovana metoda montaže. Planirana je dinamika montaže konstrukcije i dobijeno je ukupno 13 efektivnih radnih dana.

6. DINAMIKA IZGRADNJE KONSTRUKCIJE OBJEKTA

Za usvojenu tehnologiju proizvodnje, planirana je izgradnja kompletne konstrukcije objekta. Proces izgradnje objekta je složen, sa nizom tehnoloških međuzavisnosti, tehničkih i lokacionih ograničenja, pa uzimajući u obzir organizacione zahteve izrada dinamičkog plana sprovedena je u više koraka, odnosno modela, čime su predstavljeni pojedini delovi procesa (ciklogrami proizvodnje elemenata za tri varijante, ciklogram montaže), kao i čitav proces (gantogram izgradnje konstrukcije) [4]. Obrada mrežnog plana sa svim potrebnim ulaznim podacima urađena je pomoću računarskog programa MS Project for Windows. Usvojen je radni kalendar sa petodnevnom radnom nedeljom, sa jednom radnom smenom (traje osam časova). Za usvojenu varijantu proizvodnje elemenata konstrukcije sa jednom kompleksnom radnom brigadom, za realizaciju konstrukcije hale, potrebno je 77 radnih dana, odnosno period od 04.03.2013. do 18.06.2013. godine.

U skladu sa rezultatima metode višekriterijumske optimizacije, razmotren je i uticaj druge varijante, organizovanja proizvodnje elemenata sa dve kompleksne radne brigade, na rok izgradnje konstrukcije. Konstatovano je skraćanje roka izgradnje na 46 radna dana, odnosno period od 04.03.2013. do 06.05.2013. godine.

7. ZAKLJUČAK

Savremeni razvoj građevinarstva ogleda se u racionalizaciji svih resursa potrebnih za proizvodnju elemenata kao i u skraćanju vremena proizvodnje. U radu su detaljno analizirani problemi vezani za fazu proizvodnje (prefabrikacije) elemenata konstrukcije montažne betonske hale. Planiranje proizvodnje elemenata rađeno je u tri varijante, pri čemu je variran broj radnih brigada, koje učestvuju u proizvodnji elemenata.

U postupak vrednovanja najpovoljnijeg načina organizovanja proizvodnje uvršteno je nekoliko kriterijuma (vreme potrebno za proizvodnju svih elemenata konstrukcije, troškovi proizvodnje i koeficijent upotrebe kalupa).

Primenom metode višekriterijumske optimizacije izabrano je optimalno rešenje varijanta 1, proizvodnja svih elemenata organizovana je sa jednom kompleksnom radnom brigadom.

Metodom mrežnog plana i gantogramom, planiran je tok i dinamika procesa izgradnje konstrukcije objekta, koji obuhvata proizvodnju elemenata, pripremne radove na gradilištu (zemljani, armirački i betonski radovi), transport elemenata i njihovu montažu.

Korišćenjem programa MS Project-a za usvojenu petodnevnu radnu nedelju, trajanje smena osam sati, za usvojenu varijantu organizovanja proizvodnje sa jednom kompleksnom radnom brigadom, dobijeno je efektivno 77 radnih dana za izgradnju konstrukcije hale. Proizvodnja, transport i montaža elemenata konstrukcije obuhvataju period od 04.03. 2013. godine do 18. 06. 2013. godine.

8. LITERATURA

- [1] Trivunić, M. Dražić, J.: "Montaža betonskih konstrukcija zgrada", *drugo dopunjeno izdanje, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2009.*
- [2] Marić T., "Diplomski rad osnovne akademske studije", *FTN Novi Sad, 2013.*
- [3] S. Opricović, "Optimizacija sistema", *Građevinski fakultet, Beograd, 1992.*
- [4] Trivunić M., Matijević Z. "Tehnologija i organizacija građenja", *FTN Novi Sad, 2006.*

Kratka biografija:



Tamara Marić, rođena je u Novom Sadu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Industrijske metode u građevinarstvu odbranila je 2013.godine.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958. god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god., a od 2010.god. je u zvanju vanrednog profesora za oblast Zgradarstvo – građevinske i arhitektonske konstrukcije.

PUMPNE STANICE U FEKALNOJ KANALIZACIJI**PUMPING STATION IN SEWAGE SYSTEM**Ozren Đurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – Građevinarstvo**

Kratak sadržaj – Radom su proučene pumpne stanice u fekalnoj kanalizaciji. Urađena je projektna dokumentacija za dogradnju fekalne kanalizacione mreže i pumpne stanice u opštini Vukosavlje. Analizom na pomenutom konkretnom primjeru predstavljeni su rezultati proračuna rađeni prema preporukama različitih autora.

Abstract – The paper studied the pumping station in the sewage system. There are design documents of the extension of the sewerage network and pumping stations in the municipality Vukosavlje. The analysis of the aforementioned specific example shows the results of calculations that were made according to the recommendations of various authors.

Ključne reči: pumpne stanice, fekalna kanalizacija, hidraulički proračun.

1. UVOD

Izgradnja fekalne kanalizacije naselja Vukosavlje započeta je prema ranije urađenom projektu kanalizacione mreže u opštini Vukosavlje (Glavni projekat kanalizacione mreže u Vukosavlju, knjiga 1, „IPSA“ Institut Sarajevo, mart 2008. god.). Međutim, kako uređaj za prečišćavanje i dio kolektora od prečištača do upusta u recipijent ulazi u zonu uticaja male hidroelektrane (MHE) Cijevna 6 javila se potreba da se kanizacioni kolektor provede izvan građevinske linije MHE i da se izlivna građevina postavi na mjestu gdje će rijeka Bosna poprimiti normalan tok. Kako je izgrađen kolektor postigao veliku dubinu ukopavanja potrebno je isprojektovati pumpnu stanicu koja će otpadne vode podići i smanjiti dubinu ukopavanja nizvodnog kolektora.

Iako je projekat imao definisane ulazne podatke autor se pozabavio analizom istih prema preporukama različitih autora. Za analizu jednog istog rješenja u literaturi se mogu pronaći različiti izrazi koji vrlo često daju rezultate koji se bitno razlikuju jedan od drugog. Sličan problem se javlja kod definisanje zapremine pumpnog bazena.

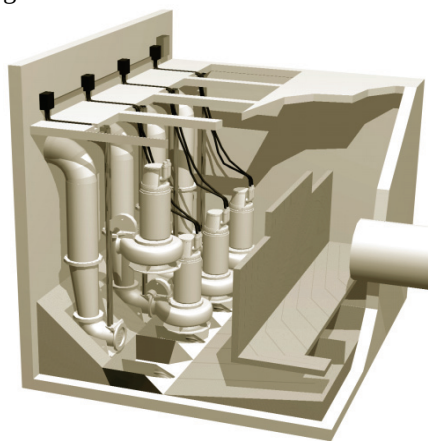
Analizom na pomenutom konkretnom primjeru predstavljeni su rezultati proračuna rađeni prema preporukama različitih autora.

2. TEORIJSKE OSNOVE

Pumpne stanice su objekti u kojima su smještene pumpe i sva prateća oprema.

Uloga pumpnih stanica je višenamjenska:

- objedinjavanje svih voda na jedinstveni uređaj za pročišćavanje i ispuštanje;
- smanjivanje veličine iskopa zbog potreba prevelike dubine ukopavanja kolektora kada je pad kanala veći od pada terena;
- savladavanje svih visinskih prirodnih i vještačkih prepreka na transportnom putu;
- odvođenje voda iz područja i objekata s nižim geodetskim kotama na više kote.



Slika 1: Pumpna stanica sa potopljenim pumpama

S obzirom na namjenu i način izvođenja, postoji više tipova pumpnih stanica. Klasifikacija se može izvršiti u odnosu na:

- kapacitet;
- način ugradnje pumpi;
- način izgradnje;
- materijal od koga su izgrađene.

Osnovni dijelovi pumpnih stanica su:

1. Pumpni bazen;
2. Suva komora (samo kod nepotopljenih pumpi);
3. Pumpe;
4. Usisni cjevovodi s opremom;
5. Potisni cjevovodi s opremom;
6. Instrumenti za upravljanje radom pumpne stanice;
7. Elektrooprema;
8. Ventilacija i oprema za čišćenje vazduha;
9. Grijanje;
10. Oprema za ublažavanje hidrauličkog udara;
11. Otvori, poklopci i oprema potrebna za ulazak i reviziju svih dijelova pumpne stanice;

Mjerodavne količine otpadnih voda

U tabeli koja slijedi prikazuju se neke veličine specifične potrošnje vode prema preporukama [7]:

NAPOMENA:

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

Tabela 2. Količine otpadnih voda u domaćinstvu

Tip otpadnih voda	Količina [l/stanovnik/dan]
Kuhinjske	20 – 40
Sanitarne	35 – 95
Tuševi	35 – 105
Otpadne vode od pranja	30 – 60
Ukupno	120 – 300

Kada je u pitanju proračun fekalne kanalizacije, u domaćoj literaturi (Njemački propisi) koeficijent opšte neravnomjernosti se računa prema formuli:

$$k_{opš} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{sr}}} \leq 3 \quad (1)$$

ili prema formuli Fedorov-a:

$$k_{opš} = \frac{2,69}{Q_{sr}^{0,121}} \quad (2)$$

Prema podacima iz literature količine infiltrirane vode mogu se uzeti [13]:

- dotok infiltracionih voda iznosi 10 do 20 l/stanovnik/dan;
- maksimalni dotok infiltracionih voda iznosi 45 l/dan na 1 km dužine i 1 mm prečnika kanala;
- 10 do 15 % srednjeg dnevnog protoka svih otpadnih voda.

Literatura [10] daje sledeće preporuke količine infiltrirane vode:

- kada je dio kanala (1/2 dužine) iznad podzemne vode a dio ispod, računa sa 70 m³/dan/km dužine kolektora.

Prema preporukama [8] količine infiltrirane vode mogu se uzeti:

- za neke gradove u Njemačkoj količine tuđih voda iznose 0,3 l/s/km mreže;
- kanalizacioni sistemi sa visokim i stalnim podzemnim vodama $Q_{inf} = Q_{srednje,dnevno}$.

Proračun zapremine pumpnog bazena

Kada govorimo o potrebnoj zapremini, mislimo isključivo na zapreminu potrebnu za retenciju vode uslijed prekida rada pumpi. Ova zapremina zavisi od protoka radnog fluida na ulazu i izlazu iz pumpnog bazena unutar nekog vremenskog intervala. Rad pumpi i proračun zapremine u kanalizaciji otpadnih voda temelji se na vremenskom intervalu od jednog sata, u kojem se pretpostavlja konstantan dotok. Sat koji se uzima za proračun uglavnom je maksimalni sat potrošnje.

Proračun zapremine može se izvršiti prema preporukama literature [10]:

$$V = \frac{Q_h}{2Z} \quad (m^3) \quad (3)$$

Gdje su:

Q_h - maksimalni dotok u m³ u toku jednog sata;

Z - broj uključivanja pumpe u toku sata (6...12).

U literaturi [2] daje se sledeća preporuka:

$$V = t_1 \times (Q_p - Q_{max}) = t_2 \times Q_{max} \quad (m^3) \quad (4)$$

Gdje su:

Q_{max} (m³/s) - maksimalni dotok u pumpni bazen (dotok u vršnom satu);

Q_p (m³/s) - kapacitet pumpi;

t_1 (s) - vrijeme rada pumpe;

t_2 (s) - vrijeme kada pumpa ne radi - punjenje bazena.

Literatura [11] preporučuje upotrebu sledeće formule:

$$V = Q_p \times k_1 \times k_2 \times k_3 \quad (m^3) \quad (5)$$

Gdje su:

Q_p (l/s) - kapacitet pumpi (izlazni protok);

k_1 - koeficijent startovanja ($k_1 = 60$ max za 15 startovanja/sat, $k_1 = 90$ max za 10 startovanja/sat, $k_1 = 120$ max za 7,5 startovanja/sat, $k_1 = 150$ max za 6 startovanja/sat);

k_2 - koeficijent broja pumpi ($k_2 = 1$ za 1 instaliranu pumpu, $k_2 = 1,4$ za 2 instalirane pumpe, $k_2 = 1,67$ za 3 instalirane pumpe, $k_2 = 1,89$ za 4 instalirane pumpe);

k_3 - koeficijent sigurnosti ($k_3 = 1,1$ za 10 % sigurnosti, $k_3 = 1,2$ za 20 % sigurnosti, $k_3 = 1,3$ za 30% sigurnosti...);

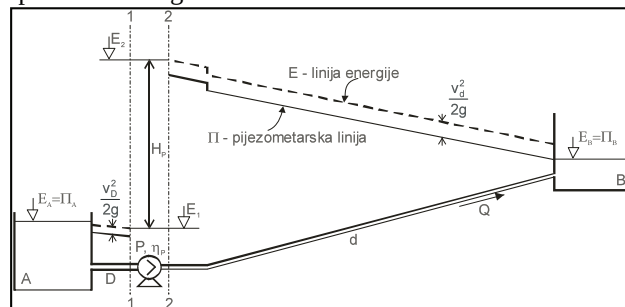
Svi prethodno navedeni načini za proračun pumpnog bazena predstavljaju radnu zapreminu i na nju se treba dodati zapremina pumpi i drugih instalacija u pumpnom bazenu, kao i zapreminu za nepredviđene slučajeve (nestanak struje i sl.). Zapremina za nepredviđene slučajeve osigurava se nadvišenjem maksimalnog radnog nivoa (kote uključivanja pumpe) za 20.0 cm.

Ukupna potrebna zapremina je:

$$V_{ukupno} = V_{radno} + V_{pumpi} + V_{sigurnosti} \quad (m^3) \quad (6)$$

Napor pumpe

Napor pumpe je strujna energija koju pumpa doda svakom njutnu radnog fluida od ulaza do izlaza iz pumpe (slika 2). Taj napor se izražava u J/N, ali je zastupljenija jedinica m. Iako se često poistovjećuje, ovu vrijednost ne treba shvatiti kao geometrijsku, već isključivo kao specifičnu energetska veličinu.



Slika 2. Pijezometarska i energetska linija za slučaj da se pumpom prebacuje voda iz rezervoara A u rezervoar B

Ukoliko se usvoji da su brzine strujanja vode u rezervoarima $v_A = v_B \approx 0$, napor pumpe H_p iznosi:

$$H_p = \Pi_B - \Pi_A + \sum \left(\lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{C^2}{2g} \right) + \sum \left(\zeta \times \frac{C^2}{2g} \right) \text{ [m]} \quad (7)$$

gdje su:

Π_A - potencijalna energija rezervoara A;
 Π_B - potencijalna energija rezervoara B;
 L - dužina potisnog cjevovoda;
 D - unutrašnji prečnik potisnog cjevovoda;
 c - brzina u potisnom cjevovodu;
 ζ - koeficijent lokalnog gubitka;
 λ - koeficijent linijskog gubitka.

4. TEHNIČKI OPIS PUMPNE STANICE I KOLEKTORA

Trasa fekalnog kolektora projektovana je u dužini od 1328 m. Karakteristike kolektora su sledeće:

- vrsta cjevnog materijala: PEHD;
- prečnik: DN 300;
- podužni pad: $I = 3\text{‰}$;
- nosivost kolektora: $SN \ 8 \text{ kN/m}^2$.

Kolektor započinje u revizionom šahtu F36, stacionaža 1 + 328,0 km koji je već izgrađen. Trasa gravitacionog kolektora nastavlja se do stacionaže 1 + 274,94 km gdje je projektovana pumpna stanica (PS). Ova PS podiže otpadnu vodu do 1,90 m ispod kote terena odakle bi otpadne vode dalje gravitirale do uređaja za tretman otpadnih voda, a potom do recipijenta.

Predviđeno ukupno 34 reviziono šahta, kružnog presjeka Ø1400/1000 mm od vodonepropusnog betona i prelazne prefabrikovane redukcije Ø1000/600 mm.

Osnovne karakteristike pumpne stanice su:

- koordinate PS:
X 6525251,8413; Y 4980659,8535;
- kota terena PS: 101,70 mnm;
- kota poklopca šahta: PS 102,20 mnm;
- kota dna dolaznog/odlaznog kanalizacionog kolektora: 97,28/99,79 mnm;
- dubina ukopavanja dolaznog/odlaznog kolektora: 4,42/1,91 m;
- vrsta i profil cijevi dolaznog i odlaznog kanalizacionog kolektora: PEHD 340/297 mm, SN8;
- kota dna PS: 95,28 mnm;
- kota dna cijevi izliva potisnog cjevovoda: 100,18 mnm;
- kota isključivanja/uključivanja pumpi: 96,08/97,08 mnm;
- kota alarma: 97,28 mnm;
- dužina/profil potisnog cjevovoda: 4,0 m/DN100;
- dimenzije PS (unutrašnje): $a/b/h = 3/3/6,67 \text{ m}$;
- dimenzije zidovi/donja ploča/gornja ploča: 25/25/20 cm.
- materijal za izradu PS: armirani hidrotehnički vodonepropusni beton MB30, V-6.

Prema karakteristikama opreme koji se daju u katalogima opreme za prepumpavanje kanalizacije, a na osnovu prethodnog proračuna kapaciteta, napora, snage pumpe i QH dijagrama pumpe i potisnog cjevovoda odgovarale bi pumpe na primjer kao FA 10.51E proizvođača WILO za

prepumpavanje fekalnih otpadnih voda sledećih karakteristika:

- maksimalni napor pumpe 6,6 m;
- kapacitet pumpe 25,2 l/s;
- potrebna snaga motora 2,3 kW;
- nominalni broj obrtaja 1450 1/min;
- potrošnja struje 3,15 kW;

Ugradile bi se stacionarno mokro postavljene 2 radne pumpe koje bi radile u režimu radna + vršna pumpa, dok bi 1 rezervna pumpa bila uskladištena u magacinu i po potrebi mogla brzo da se montira. Dodatnu opremu u pumpe sačinjavaju: lanac za spuštanje (vađenje) pumpe, nepovratni ventil, zaporni zasun, koljeno sa stopom. Kompletan cjevovod pumpne stanice je izrađen od nerđajućeg čelika, dok su ventili od livenog čelika.

Sva oprema za upravljanje i signalizaciju za kompletnu PS je smještena u slobodno stojećem upravljačkom ormaru. U svrhu potpunog praćenja rada, uz svaku pumpu ugrađen je brojač sati rada kao i preklopka za izbor režima rada: automatski i ručni. Budući da se radi o glavnom kanalizacionom kolektoru kojim se odvođe fekalne otpadne vode cijelog naselja, vrlo je važno da pumpe moraju uvijek biti spremne za rad, što ne bi bio slučaj ako dođe do nestanka električne energije. Stoga se zbog dodatne sigurnosti rada pumpi, kao rezervni izvor napajanja električne energije, pored ostale elektro opreme, predviđa i montaža električnog agregata za proizvodnju struje.

Pomoću ovjesne naprave usidrene u gornju ploču pumpne stanice zadržavajuća rešetka locirana je na dotoku, gdje zadržava veće dijelove pri doticaju otpadne vode u pumpnu stanicu. Rešetka je opremljena vodicama i lancem pomoću kojih se izvlači na površinu. Prikupljene dijelove potrebno je povremeno odstraniti. Rešetku podignemo ručno pomoću vodicice na površinu, gdje dijelove odstranimo i očistimo.

Izlivna građevina se radi od armiranog betona MB 30. Na kraju cijevi se nalazi žablji poklopac DN 300, koji sprečava povrat vode u sistem kanalizacije u slučaju velikih voda u recipijentu.

Kolektorske cijevi treba polagati na pripremljenu posteljicu od rastresitog kamenog materijala. Minimalna debljina posteljice u zbijenom stanju je 10 cm, a minimalan nadsloj iznad tjemena cijevi iznosi 30 cm.

Iako je brzina u potisnom cjevovodu veća od uobičajnih vrijednosti 1,0 – 2,5 [7] usvojeni potisni cjevovod se smatra odgovarajućim jer se ovom brzinom izbjegava problem taloženja suspenzija u cjevovodu, a na ovoj dužini potisnog cjevovoda nema opasnosti od hidrauličkog udara.

3. ZAKLJUČAK

Ovim radom urađena je projektna dokumentacija za dogradnju fekalnog kanalizacionog kolektora i pumpne stanice. Korišćenjem različitih normi potrošnje i koeficijentata neravnomernosti, pa čak i drugačijim tumačenjem i primenom istih normi mogu se, za jedan te

isti objekat, sračunati veoma različiti potrebni kapaciteti.

Najveće količine otpadnih voda su date u Glavnom projektu kanalizacione mreže u Vukosavlju, knjiga 1, „IPSA“ Institut Sarajevo, mart 2008. godine. Treba konstatovati da su u ovom slučaju usvojeni nešto veći koeficijenti neravnomjernosti ($k_{dn} = 1,90$; $k_h = 2,50$) koji se koriste kod analiza za snabdijevanje naselja vodom. Koeficijenti opšte neravnomjernosti prema preporukama u literaturi mogu se naći u rasponu 4,75 do minimalnih 1,91 koji se dobija formulom Fedorova.

Vrijednosti specifične potrošnje mogu se naći u rasponu od 120 - 300 l/st/dan.

Kao mjerodavna količina otpadne vode za dimenzionisanje kanalizacionog kolektora i pumpne stanice uzeta je aritmetička sredina analiziranih različitih vrijednosti specifične potrošnje i koeficijentata neravnomjernosti. Na ovu vrijednost dodata je i količina „tuđih“ voda.

Analiza količina tuđih voda pruža najveće varijacije. Za isti problem dobijaju se vrijednost od 16,34 l/s po preporuci jednog autora i vrijednost od 0,2 l/s po preporuci drugog. Varijacija bi bila sigurno i veća da su u analizi bili dostupni podaci o slivnim površinama jer su neke od preporuka bile temeljene na ovoj vrijednosti. Kao mjerodavna količina uzeta je aritmetička sredina prethodno sračunatih vrijednosti prema preporukama.

Ni kod proračuna zapremine pumpnog bazena šarenilost nije odsutna. Vrijednosti zapremine kretale su se u rasponu 15 – 0,24 m³.

Usvojena maksimalna zapremina radne komore unutar pumpne stanice, dobijena je kao aritmetička sredina vrijednosti prema preporukama različitih autora i iznosi 8,4 m³. Na ovu zapreminu dodata je mrtva zapremina (zapremina koja će uvijek biti prisutna radi hlađenja pumpi) i zapremina za nepredviđene slučajeve (nestanak struje i sl). Zapremina za nepredviđene slučajeve osigurana je nadvišenjem maksimalnog radnog nivoa (kote uključivanja pumpe) za 20,0 cm, a mrtva zapremina je usvojena u visini od 80 cm pa ukupna zapremina pumpnog bazena iznosi 18 m³.

Napominje se da je usvojena zapremina pumpnog bazena u početnoj fazi eksploatacije (sadašnje stanje izgrađenosti predmetnih naselja) nešto veća od potrebne i da će se pumpe uključivati svega jednom ili dva puta u toku dana. Međutim pomjeranjem položaja plovaka (markera za uključivanje i isključivanje pumpi), korisna zapremina se može smanjivati (na račun povećanja zapremine za nepredviđene slučajeve) odnosno moguće je manipulirati sa brojem pražnjenja bazena u toku dana. Veći broj uključivanja u toku dana omogućava kraće zadržavanje fekalnih voda unutar sabirnog bazena. Usvojena zapremina ipak predstavlja dodatnu sigurnost u slučaju kvarova ili nestanka el. energije.

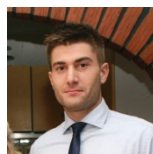
Usvojene karakteristike kolektora PEHD DN 300, $I = 0,3$ % zadovoljavaju sve uslove po pitanju dopuštenih brzina i ispunjenosti cijevi, dopuštenih padova kolektora.

Pravilna primena tehničkih normi i ostalih preporuka zahteva ne samo opsežne pripreme koje podrazumevaju prikupljanje što većeg broja podataka o konkretnom korisniku nego i određen inženjerski „osećaj“ i iskustvo projektanta. U suprotnom kao posledice mogu se javiti drastične razlike u investicionoj vrednosti i procenjenim troškovima eksploatacije i održavanja objekta, što u krajnjem slučaju može dovesti do odustajanja investitora da uloži svoj novac u takav projekat. Sa druge strane, nerealno procenjen potreban kapacitet direktno ugrožava funkcionisanje sistema u realnim uslovima.

4. LITERATURA

- [1] Davor Maluša: Opskrba vodom i odvodnja II. Interna skripta, Građevinski fakultet u Zagrebu. Zagreb, 2001.
- [2] Dejan Ljubisavljević, Branislav Babić, Aleksandar Đukić, Branislav Jovanović: Komunalna hidrotehnika-primjeri iz teorije i prakse. Beograd, 2011.
- [3] Design recommendations, tehnički priručnik, preuzeto <http://www.flygt.com/en-us/Pumping/EngineeringExpertise/Downloads/Design%20recommendations/Large%20centrifugal%20wastewater%20pumps.pdf>
- [4] Dušan Uzelac: Hidromašinska oprema. Interna skripta, FTN Novi Sad
- [5] Duško Đurić: Snabdevanje vodom za piće. Univerzitetski udžbenik FTN, Novi Sad, 2006.
- [6] Lajoš Hovanj: Snabdevanje vodom i kanalisanje naselja. Interna skripta, Građevinski fakultet u Subotici. Subotica, 2009.
- [7] Jure Margeta: Kanalizacija naselja. Univerzitetski udžbenik, Građevinski fakultet u Splitu. Split, 1998.
- [8] Matija Stipić, Srđan Kolaković, Slobodan Tašin, Rihard Šranc: Primena tehničkih normi pri izradi studija opravdanosti vodosnabdevanja, 2009.
- [9] Miloje Milojević: Snabdevanje vodom i kanalisanje naselja. Naučna knjiga, Građevinski fakultet u Beogradu. Beograd, 1987.
- [10] M.Radonjić: Vodovod i kanalizacija u zgradama. Univerzitetski udžbenik, Građevinski fakultet u Zagrebu. Zagreb, 2003.
- [11] Pumpne stanice otpadnih i atmosferskih voda, tehnički priručnik, preuzeto sa <http://eurocip.co.rs/katalozi/Pumpne%20stanice%20odpadnih%20i%20atmosferskih%20voda.pdf>
- [12] Živko Vuković: Opskrba vodom i odvodnja I, Interna skripta, Građevinski fakultet, Zagreb, 2001.

Kratka biografija:



Ozren Đurić rođen je u Rijeci 1987. god. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Hidromašinska oprema odbranio je 2013. god.

PROCENA STANJA I SANACIJA ŽELEZNIČKOG PODVOŽNJAKA U TEMERINSKOJ ULICI U NOVOM SADU

ASSESSMENT AND REPAIR OF THE RAILWAY UNDERPASS IN TEMERINSKA STREET IN NOVI SAD

Suzana Vukoslavčević, Mirjana Malešev, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Zadatak ovog rada jeste procena stanja i sanacija železničkog podvožnjaka na pruzi Novi Sad- Beograd. U teorijskom delu izvršena je uporedna analiza starih i novih pravilnika za opterećenja železničkih mostova. U praktičnom delu izvršen je detaljni vizuelni pregled konstrukcije podvožnjaka na osnovu čega je izvršena procena stanja elemenata konstrukcije. Dat je detaljan opis odabranih sanacionih rešenja registrovanih defekata i oštećenja. Urađen je kompletan proračun konstrukcije mosta za opterećenja prema Pravilnicima o tehničkim normativima za železničke mostove. Dat je predlog ojačanja određenih elemenata noseće konstrukcije, kao i predmer sanacionih radova i radova na ojačanju konstrukcije.

Abstract – Task this thesis is repair of railway underpass, on the railroad Novi Sad - Beograd. In the theoretical part of the paper, outdated and new regulations for loads on railway bridges are analyzed. After visual survey which was conducted in the field, the assessment of the construction elements is done. Then, the work gives detailed description of most favorable repair solution for defects and damages found. The complete calculation of the bridge construction is done in accordance to Codes of Practice for Railroad Bridges. Afterwards, the strengthening of the construction elements is proposed. Also, the quantity survey is given for repair work and strengthening of the construction.

Ključne reči: podvožnjak, prednapregnuti beton, defekti, oštećenja, procena stanja, sanacije, ojačanja.

1. UVOD I PRIKAZ TEORIJSKOG DELA

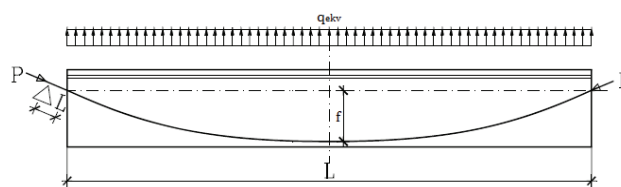
Kako bi se uočila potreba za intervencijama na postojećim mostovima, izvršena je uporedna analiza opterećenja i njihovog uticaja na mostove prema pravilnicima koji su se koristili u prošlosti [1] i prema važećem Pravilniku [2]. Prema ovim pravilnicima opterećenja se dele na osnovna, dopunska i posebna. Od osnovnih opterećenja, sem na sopstvenu težinu konstrukcije, akcenat se stavlja na opterećenje od prednaprezanja i pokretna opterećenja. Sile prednaprezanja usled projektnih uslova oslanjanja ili prethodnog opterećenja uzimaju se u proračunu prema propisu o tehničkim merama i uslovima za prednapregnut beton. Ukupno dejstvo prednaprezanja na nosač možemo,

u statičkom smislu, ekvivalentno zameniti dejstvom podeljenog opterećenja, koncentrisanih sila i spregova[3]. Kriv kabl, zategnut silom P delovaće na beton skretnim jednakopodeljenim opterećenjem:

$$q_{kv} = \frac{8Pf}{L^2},$$

gde su: L - dužina parabole, f - strela parabolične trase kablova na sredini rastojanja između tačaka infleksije, P -sila prethodnog naprezanja.

Za plitke trase kablova usvaja se kao dovoljno tačno da opterećenje deluje upravno na osu nosača (Slika 1).

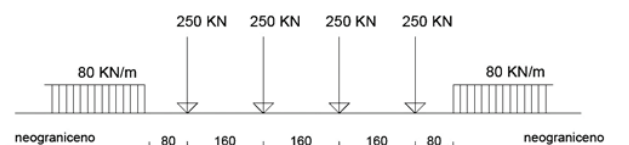


Slika 1- Zamenjujuće ekvivalentno opterećenje usled prednaprezanja

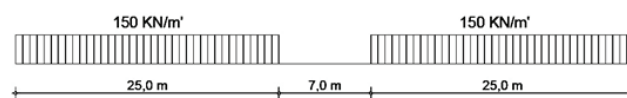
Za proračun objekata na prugama normalnog koloseka koriste se sledeća opterećenja:

- šema opterećenja J_1 (Slika 2)
- šema opterećenja UIC71 (Slika 2)
- šema SW/0
- šema teških vozila SW/1 i SW/2 (Slika 3)

Šema J_1 koju propisuju stari pravilnici je u tekućem pravilniku identična šemi UIC71.



Slika 2- Osnovna šema opterećenja (UIC71/ J_1)



Slika 3- Šema opterećenja teškog vozila (SW/2)

Na osnovu analize ostalih opterećenja uočeno je da je došlo do određenih modifikacija načina uvođenja u proračun pojedinih slučajeva opterećenja, kao što su:

- sile pokretanja i kočenja voza, čiji se intenzitet delovanja smanjio donošenjem novog pravilnika;

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Mirjana Malešev.

- *vetar*, gde danas njegovo dejstvo zavisi ne samo od geografske zone kao ranije, već i od kategorije i visine objekta od terena i od oblika glavnog nosača;
- *udar drumskih vozila o oslonačke delove mosta*- u novim pravilnicima dolazi do smanjenja intenziteta delovanja udara upravno na smer vožnje;

Zaključeno je da svi mostovi projektovani prema starim propisima ne zadovoljavaju uslove novog Pravilnika te je neophodno izvršiti njihovu kontrolu radi utvrđivanja nosivosti ovih objekata i ukoliko je potrebno radi njihovog ojačanja.

2. PROCENA STANJA PODVOŽNJAKA

2.1 Uvod

Radi procene stanja konstrukcije železničkog podvožnjaka u Temerinskoj ulici u Novom Sadu, izvršen je detaljan vizuelni pregled. Na Slici 4 dat je izgled podvožnjaka.



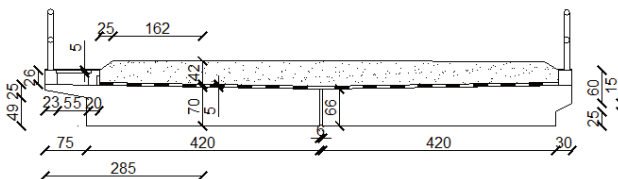
Slika 4- Podvožnjak u Temerinskoj ulici

Podvožnjak se koristi isključivo za železnički saobraćaj gde su prisutna 2 koloseka, međutim u funkciji je samo jedan kolosek. Pešačka staza je izvedena samo sa jedne strane kolovoza, međutim njeno neodržavanje tokom vremena dovelo je do propadanja iste te ona nije u funkcionalnom stanju.

Objekat datira iz 1959. godine, a kao odgovorni projektanti vode se inženjeri N. Kokanović i Č. Mitrović.

2.2. Konstruktivni sistem

Statički sistem konstrukcije je kontinualna greda na tri polja raspona 9,05+17,2+9,05 m. Glavni nosači su pune kontinualne ploče od prednapregnutog betona projektovane marke MB45 (MB450). Ploče su ravne- bez vuta. Debljina ploča je 70 cm. Poprečni presek je pravougaoni sa konzolnim ispustima na koje se postavlja zaštitna ograda (Slika 5).



Slika 5- Poprečni presek kolovozne ploče

Srednji stubovi su projektovani kao armiranobetonski marke betona MB 20 (MB 220). Stubovi su u obliku

platna dimenzija 350/60 cm u vrhu zida i 300/40 cm u dnu zida.

Krajnji oslonci su izvedeni u vidu potpornih zidova u nasipu. Zid na novosadskoj strani je izveden sa nepokretnim ležištem i on je projektovan kao armiranobetonski MB 30 (MB 300). Projektovana marka betona za zid sa pokretnim ležištem je MB 35 (MB 350) i ono je projektovano kao klatno dimenzija 30/60/150 cm.

Stope su takođe od armiranog betona projektovane marke betona MB 15 (MB 160) i one prenose opterećenje sa donjeg stroja na temeljno tlo preko "Franki" šipova.

2.3. Detaljan vizuelni pregled

Vizuelnom pregledu su podvrgnuti svi dostupni elementi konstrukcije, odnosno:

- kolovozna ploča
- stubovi- zidna platna
- potporni zidovi

Rezultati pregleda dati su u vidu fotografija koje ilustruju stanje objekta.

Vidljivi defekti uočeni vizuelnim pregledom prema [4] su:

- nedovoljna debljina zaštitnog sloja,
- geometrijska imperfekcija,
- betonka gnezda,
- zone segregacije,
- tragovi oplata i
- odvaljivanje uglova, ivica i delova površine betona usled athezije betona i oplata.

Vizuelnim pregledom detektovana su sledeća oštećenja:

- tragovi curenja, vlažne mrlje i krečnjačke naslage,
- korozija armature,
- pukotine usled sleganja i smicanja,
- krunjenje površinskog sloja betona,
- biološka korozija,
- fizička korozija.

Nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona je najizraženija u dnu zidnih nosača (Slika 6), kao i na spojevima konzolnih ispusta sa glavnim nosačem na južnoj strani podvožnjaka.



Slika 6- Mali zaštitni sloj betona zidnog nosača

Uzrok velikog broja oštećenja je prodor vode na mestima dilatacija i prekida betoniranja. Na mestima prodora vode

uočene su vlažne mrlje, krečnjačke naslage i korozija armature (Slika 7).



Slika 7- Prodor vode, mrlje na površini, mahovina, korozija armature na dilatacionim razdelnicama između glavnih nosača i na spoju sa potpornim zidovima

Upravo ta konstantna izloženost objekata dejstvu vode dovodi i do pojave biološke korozije. Uočeno je i rastinje na spoju glavnog nosača i potpornog zida (Slika 8) koje može izazvati dodatno naprezanje u betonu, povećanje širine prslina i ljuškanje.



Slika 8- Biološko rastinje na spoju glavnog nosača sa potpornim zidom

Oštećenja su najizraženija duž južne ivice glavnog nosača i posledica su neadekvatne odvodnje (Slika 9).



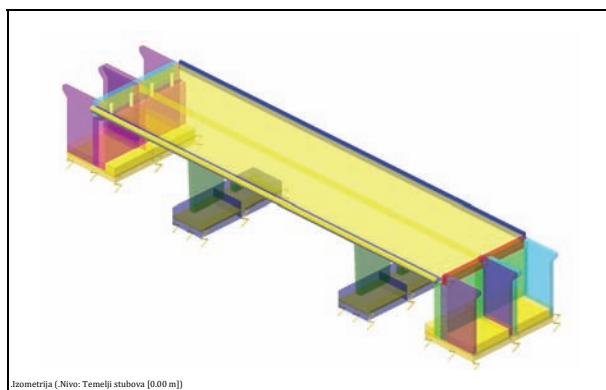
Slika 9- Korozija armature, bubrenje i izvijanje šipki i otpadanje betona donjih ivica glavnog nosača

2.4. Nedestruktivna ispitivanja

Da bi se imao uvid u kvalitet ugrađenih materijala vršena su nedestruktivna ispitivanja. Od nedestruktivnih metoda korišćeno je kuckanje čekićem i kolorimetrijska metoda. Radi provere čvrstoće betona na pritisak izvršena je metoda ispitivanja površinske tvrdoće betona sklerometrom. Kuckanjem čekićem po AB elementima utvrđeno je da nemaju unutrašnje pukotine. Kolorimetrijskom metodom je utvrđeno da je beton zahvaćen procesom karbonizacije koji povećava rizik od korozije armature, a sklerometrom je dobijena zadovoljavajuća čvrstoća betona pri pritisku.

3. PRORAČUN KONSTRUKCIJE MOSTA

Proračun i analiza elemenata konstrukcije izvršeni su korišćenjem specijalizovanog programa za strukturalnu analizu- Radimpex Tower 6.0 (Slika 10). Za proračun su uzeta opterećenja po važećem pravilniku za opterećenje železničkih mostova i po Pravilniku iz 1977. godine, a sam proračun je izveden po važećoj teoriji graničnog stanja loma za armiranobetonske elemente, odnosno prema teoriji dopuštenih napona za elemente od prednapregnutog betona. Seizmički proračun je urađen pomoću programskog paketa Tower metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja. Objekat se nalazi u VIII seizmičkoj zoni.



Slika 10- Izgled modela mosta

Programskim paketom obuhvaćeni su sledeći elementi konstrukcije: glavni nosač (puna prednapregnuta ploča), konzolni nosači, zidni nosači, potporni zidovi, pokretno ležište i venac.

Nakon izvršene provere naprezanja u ivičnim vlaknima glavnih nosača za opterećenja propisana pravilnicima i sa projektovanim brojem kablova zaključeno je da su ovi naponi u dozvoljenim granicama te nije potrebno ojačavati glavni nosač. Međutim, proračunom zidnih nosača je utvrđeno da oni ne ispunjavaju u potpunosti sve uslove za projektovanje mostova prema važećoj teoriji graničnog stanja loma i aktuelnim propisima za opterećenje železničkih mostova.

4. PREDLOG SANACIJE MOSTA

Tokom vizuelnog pregleda mosta ustanovljeno je da je sanaciji neophodno podvrgnuti kako donji, tako i gornji stroj podvožnjaka u cilju "popravljanja" uočenih defekata i oštećenja.

U tabeli 1 date su operacije koje su predviđene u okviru sanacije i ojačanja za osnovne elemente konstrukcije.

Tabela 1-Predlog sanacije oštećenih elemenata konstrukcije

Element konstrukcije	Predlog sanacije
Kolovozna ploča	čišćenje površinskih nečistoća, zamena dotrajalog sistema za odvodnju, zamena montažnih ploča na pešačkoj stazi, antikorozijska zaštita čelične ograde, osposobljavanje koloseka koji nije u funkciji, sanacija odlomljenih ivica betona, sanacija korodirale armature i malog zaštitnog sloja;
Konzolni ispusti	čišćenje površinskih nečistoća, sanacija korodirale armature i malog zaštitnog sloja, sanacija prslina
Zidni nosači	čišćenje površinskih nečistoća, sanacija korodirale armature i malog zaštitnog sloja, sanacija odlomljenih ivica betona, ojačanje stubova izvođenjem novog betonskog plašta;
Potporni zidovi	čišćenje površinskih nečistoća, sanacija spojnice, sanacija pukotina
Dilatacije	čišćenje površinskih nečistoća, ugradnja dilatacionih naprava

5. OJAČANJE KONSTRUKCIJE

Uzrok koji dovodi do potrebe za konstrukcijskom sanacijom predmetnog objekta jeste promena saobraćajnog opterećenja. Stoga je za potrebe prevoza specijalnog tereta neophodno ojačanje konstrukcije podvožnjaka.

Rezultati dobijeni proračunom konstrukcije za opterećenje od šeme teškog vozila SW/2 ukazuju da je neophodno ojačati zidne nosače.

Ojačanje zidnih nosača vrši se izvođenjem novog „plašta“ koji u potpunosti obavlja postojeći presek i sadrži potrebnu vertikalnu i horizontalnu armaturu, koja je određena pomoću odgovarajućeg proračuna (Slika 11).

Ojačanje stubova će se izvesti na sledeći način:

- priprema površine „starog“ betona za ostvarivanje određenog stepena prijanjanja starog i „novog“ betona metodom hidrodemoliranja. Procenjeno je da treba ukloniti sloj betona cca 1-2 cm;
- bušenje rupa udarnom bušilicom u temeljnim stopama oko stubova radi sidrenja ankera dodatne armature stuba;
- čišćenje rupa specijalnom četkom i komprimovanim vazduhom;
- zalivanje rupa odgovarajućim materijalom i utiskivanje ankera u rupu;
- postavljanje dodatne armature i njeno vezivanje za postojeću armaturu zavarivanjem;
- postavljanje uzengija;
- betoniranje.



Slika 11- Poprečni presek stuba (zidnog nosača) ojačanog AB „plaštom“

6. ZAKLJUČAK

Prilikom projektovanja podvožnjaka nedovoljno pažnje je posvećeno detaljima. Mnogi delovi mosta su nedostupni i nepristupačni. Iskustvo pokazuje da se većina mostova sanira, čak i ruši ili rekonstruiše usled ugroženosti od loše projektovane, izvedene ili neodržavane opreme koja ujedno predstavlja najslabija mesta na podvožnjaku. Nakon procenjenog stanja, u okviru rada dat je predlog sanacionih mera kojima će se ispraviti svi navedeni nedostaci prisutni na podvožnjaku. Osim toga, donet je i zaključak o nivou sigurnosti i upotrebljivosti podvožnjaka na osnovu koga se javlja potreba za ojačanjem zidnih nosača kako bi se ceo sistem doveo iznad minimalnog nivoa iskorišćenosti u cilju prihvatanja opterećenja od teškog teretnog vozila koje će u budućem periodu saobraćati na ovoj trasi. Nema građevine koja ne zahteva održavanje i željena trajnost može se postići samo redovnim održavanjem te se postavlja pitanje na koji način je moguće izbeći ove probleme u nekom budućem periodu.

7. LITERATURA

[1] Dragoslav Mitrović: *Pravilnik o tehničkim merama za opterećenje železničkih mostova i propusta*, Zajednica jugoslovenskih železnica, Beograd, 1977.

[2] Bulajić, R. (et al.) *Pravilnik o tehničkim normativima za određivanje veličina opterećenja i kategorizaciju železničkih mostova, propusta i ostalih objekata na železničkim prugama*, Zajednica jugoslovenskih železnica, Beograd, 1992.

[3] Snežana Marinković: *Prethodno napregnute betonske tavanice*, Građevinski fakultet, Beograd 2005.

[4] V. Radonjanin, M. Malešev: *Literatura za izvođenje nastave na predmetu „Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija“*, Fakultet tehničkih nauka - odsek građevinarstvo, Novi Sad, Novembar 2011.

Kratka biografija:



Suzana Vukoslavčević, rođena je u Subotici 1988. god. Od maja 2013. je saradnik u nastavi na FTN u Novom Sadu. Master rad na Departmanu za građevinarstvo i geodeziju iz oblasti – Procena stanja i sanacija građevinskih objekata odbranila je novembra 2013.god.



Mirjana Malešev rođena je u Zmajeju 1958. god. Doktorirala je na Građevinskom fakultetu u Beogradu 2003 godine, a od 2013. god. je redovni profesor na FTN. Oblast interesovanja su materijali u građevinarstvu, tehnologija betona, procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija

**АНАЛИЗА КАРАКТЕРИСТИКА ПАРКИРАЊА У ЦЕНТРАЛНОЈ ЗОНИ
КУРШУМЛИЈЕ СА ПРЕДЛОГОМ УНАПРЕЂЕЊА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА****ANALYSIS OF PARKING CHARACTERISTICS IN THE CENTRAL AREA OF
KURSUMLIJA WITH PROPOSAL OF CURRENT CONDITION IMPROVEMENT**

Ненад Михајловић, Зоран Папић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У оквиру овог рада анализирана је проблематика паркирања у централној зони Куршумлије, у којој су обрађене опште карактеристике простора, карактеристике паркирања на одабраним локацијама (узрок, трајност, концентрација и обрт паркирања), као и мишљење корисника о квалитету постојећег стања паркирања. Поред ових задатака дефинисан је и предлог унапређења постојећег система паркирања у централном делу Куршумлије.

Кључне речи: обим паркирања, обрт, концентрација, трајност паркирања

Abstract – This thesis is about parking problems in the central area of Kursumlija, where general area characteristics are described, parking characteristics of selected areas (cause, duration, concentration and the parking turnover), as well as user's opinion about quality of current parking conditions. Besides these tasks, it is also defined the proposal of current parking system improvement in the central area of Kursumlija.

1. УВОД

Промена слике саобраћаја у сваком граду, која неминовно прати развој друштва и специфичне околности везане за саму природу одвијања живота, доводи, пре или касније, до проблема нагомилавања возила, поготово у централним деловима града као и на локацијама високог степена атрактивности.

Свака употреба превозног средства која за циљ има савладавање просторне неусаглашености места становања и места задовољења одређене потребе (рад, образовање, култура, административни послови) захтева ангажовање дела простора за паркирање превозног средства у одређеном временском интервалу. Тек у последњој деценији се посветила потребна пажња проблему паркирања. Напуштен је концепт прилагођавања града захтевима за паркирањем, а почео је да се примењује принцип прилагођавања захтева за паркирањем просторима који су им на располагању у граду. Као резултат великог броја аутомобила у ограниченим просторима градова и насељених места јавио се проблем паркирања.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Зоран Папић, доцент.

Два највећа проблема у области паркирања су: неслагласност просторних потреба и могућности, као и недостатак нових или реконструисаних градских структура или објеката.

**2. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПРОСТОРА
ОПШТИНЕ КУРШУМЛИЈЕ**

Кроз Куршумлију пролази део магистралног пута Ниш-Приштина у дужини од 40 км. Дужина регионалних путева који нису у потпуности асфалтирани је 105,7 км а то су правци који воде од границе са општином Лепосавић на северозападу, од Преполца на граници са КиМ и пут из правца Крушевца преко Куршумлије који затим води преко Пролом Бање. Укупна дужина локалних путева је 284 км.

Превоз путника на територији општине Куршумлија врши саобраћајна организација "Ниш-Експрес" из Ниша, а међуградски превоз поред Ниш-експреса, обављају и други превозници међу којима су: Ласта-Београд, Југопревоз Крушевац и други превозници. Постојећа мрежа локалних линија не задовољава у потпуности кориснике, због брдско-планинског положаја села и лошег стања локалне путне мреже (60% сеоског становништво није задовољено).

**3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА
ПАРКИРАЊА У КУРШУМЛИЈИ**

У Куршумлији се у погледу карактеристика паркирања издвајају две различите целине. Прву зону чини зона центра у којој је концентрисан значајан део административних, радних, трговачких и културних функција које Куршумлија као административни центар општине садржи. У централној зони су смештени најзначајнији и најпосећенији објекти града, а неки од њих су: зграда општине, суд, пошта, тржни центри, трговински и угоститељски објекти. Сви поменути објекти налазе се на релативно малом простору, што представља значајан проблем за посетиоце ове зоне који до ње долазе моторним возилима. Такође, унутар централне зоне постоји и одређен број становника који испостављају захтев за паркирање.

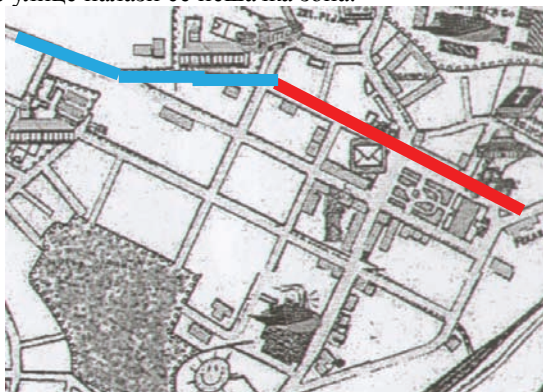
Паркирање се у овој зони одвија на површинама које у минималној мери представљају сметњу за одвијање саобраћаја и на саобраћајно мало оптерећеним деоницама. Пре неколико година у централној зони почео се примењивати режим са временским ограничењем (са наплатом) паркирања, међутим после непуних два месеца спровођења овог режима

паркирања, од наплате се одустало. Том приликом су дефинисане зоне града.

Наплата је вршена иако није постојао ни један услов да би се она спровела. У Куршумлији не постоји студија којом би се дефинисали сви битни параметри везани за паркирање. Цена паркирања по сату је била 40 динара у I зони, а 20 динара у II зони. Након престанка вршења наплате у граду је уведено временско ограничење паркирања у I зони, али се због слабе контроле МУП-а и осталих органа временско ограничење не примењује. Тренутно се ради на томе да се систем са временским ограничењем паркирања врати у употребу и модернизује. Наплата паркирања би се вршила преко SMS порука. У Куршумлији не постоји паркинг сервис, све послове везане за паркирање врши дирекција за изградњу града.

Простор истраживања приликом израде овог рада обухватао је I и II зону паркирања у граду, као и улице на ободу II зоне.

Простор истраживања за утврђивање карактеристика функционисања паркирања је био: улични фронт улице Вука Караџића. Улица Вука Караџића се налази у самом центру и простире се до II зоне. У близини ове улице налази се пешачка зона.



Слика 1. Улица Вука Караџића

Истраживање које је спроведено, везано за акумулацију, је извршено 17.04.2013 у два временска пресека, у 05:00 часова и у 12:00 часова. Истраживањем је обухваћена I и II зона. Акумулација, у оквиру овог истраживања, је утврђивана бројањем свих возила која су затечена на местима за паркирање на уличном фронту и на вануличним паркиралиштима. Извршеним бројањем утврђена је минимална и максимална акумулација, као и атракција свих локација обухваћеним истраживањем. Акумулација или накупљање аутомобила представља укупан број паркираних аутомобила унутар дефинисаног простора или зоне, односно на одређеном броју места за паркирање у одређеном временском пресеку (једновременно). Постоје:

- Максимално накупљање (A_{max}): максималан број једновременно паркираних возила у зони или на понуђеном капацитету.
- Минимално накупљање (A_{min}): минималан број једновременно паркираних возила у зони.

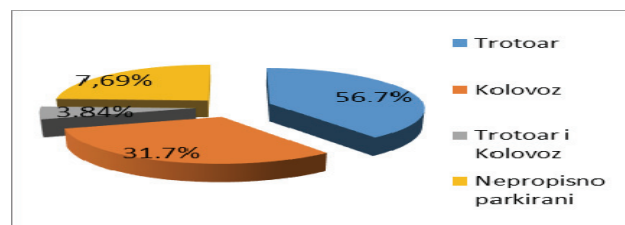
Атракција се одређује на основу потражње за паркирањем на посматраном подручју истраживања.

Вредност атракције зависи од количине радних места, трговина, административно - управних функција, становања.

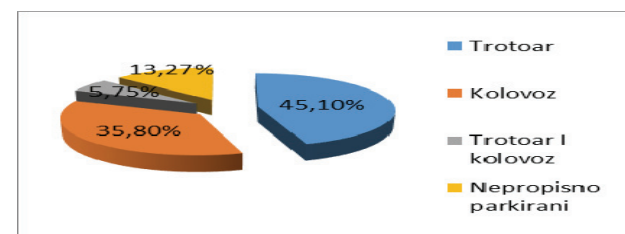
Коефицијент атрактивности добија се односом акумулације паркирања на почетку снимања (минималне акумулације) и максималне акумулације.

Табела 1. коефицијент атрактивности улица у I зони

Улица	Од улице	До улице	Коефицијент атрактивности
Вук Караџић	16 Фебруар	7 Јули	2,27
Палих бораца	16 Фебруар	7 Јули	2,17
Косовска	Немањина	Палих бораца	1,22
Косте Војиновића	Вук Караџић	Палих бораца	2,65
7 Јули	Вук Караџић	Палих бораца	2,8
Укупно			2,16



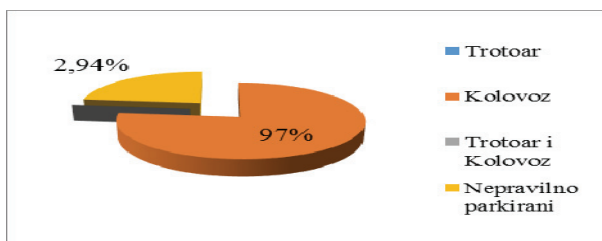
Слика 2. Јутарња акумулација у I зони на уличном фронту



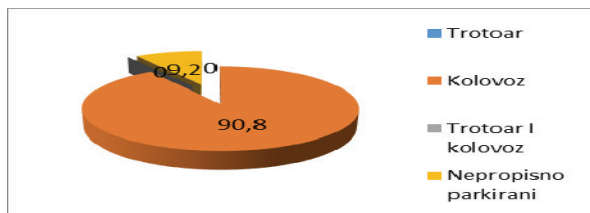
Слика 3. подневна акумулација у I зони на уличном фронту

Табела 2. Коефицијенти атрактивности улица у II зони

Улица	Од улице	До улице	Коефицијент атрактивности
Косовска	Карађорђева	16 Фебруар	1,55
Карађорђева	16 Фебруар	Дринка Павловић	2,00
Вука Караџића	Палих бораца	Фрушкогорска	0,65
Косте Војиновића	Карађорђева	Слепа улица	1,66
7 Јули	Карађорђева	Слепа улица	1,98
Укупно			1,77



Слика 4. Јутарња акумулација у II зони на уличном фронту



Слика 5. Подневна акумулација у II зони на уличном фронту

Табела 3. Акумулација, искоришћење и атрактивност свих паркинг места у Куришумлији

Структура паркинг места.	Зона	број п.м.	Акумулација		Коефицијент искоришћења		Коефицијент атрактивности
			U 5h	U 12h	U 5h	U 12h	
УФ	I	196	104	226	0,53	1,15	2,16
	II	109	68	120	0,62	1,10	1,77
П	I	/	/	/	/	/	/
	II	50	27	42	0,52	0,82	1,56
Укупан број паркинг места и паркираних возила	I+II	355	172	388	0,48	1,08	2,25

На основу табеле 3 и предходних дијаграма може се закључити да највећи број корисника паркинг места паркира своја возила на уличном фронту, јер се и највећи део понуђених паркинг места налази на уличном фронту. Највећа атрактивност се јавља у I зони на уличном фронту и износи 2,81.

Истраживањем на 355 паркинг места шире централне зоне Куришумлије утврђено је да је у периоду истраживања у 12:00 часова укупно паркирано 388 возила. Број возила на паркиралиштима дат је графички и табеларно. Из ових дијаграма и табела можемо да видимо да у I зони скоро свака од улица у 12:00 часова има већи коефицијент искоришћења.

У II зони у већем броју улица утврђен је степен искоришћења преко 1.00.

Искоришћеност капацитета на комплетном уличном фронту је веома висока док је једино на вануличном паркиралишту у II зони искоришћеност капацитета мања од 1.00.

4. ДЕФИНИСАЊЕ ОБИМА И ТРАЈАЊА ПАРКИРАЊА

Обим паркирања представља укупан број остварених паркирања на одређеном броју места за паркирање, у току посматраног времена T_0 .

M - број места за који се у периоду T_0 рачуна обим паркирања

k_i - број паркирања на i -том месту за паркирање у периоду T_0

Обим се може рачунати за цео дан ($T_0 = 24$ часа) или за одређени период времена за који се методологијом истраживања утврди да је период трајања атрактивности посматране зоне.

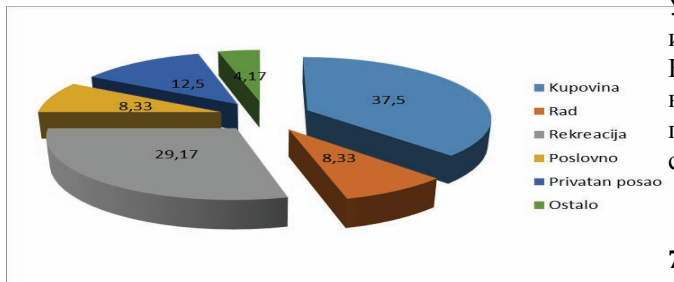
Табела 4. Основне карактеристике функционисања паркирања за све кориснике у улици Вука Караџића

Основне карактеристике за све кориснике	
Карактеристика	Временски период
	Од 6h до 20h
Број паркинг места	73
Обим	
За период	120
Максималан часовни обим	78
Минималан часовни обим	31
Просечан часовни обим	54
Обрт	1.64
Акумулација	
Максимална акумулација	70
Минимална акумулација	26
Просечна акумулација	45
Искоришћење	
Максимално искоришћење	1.06
Минимално искоришћење	0.39
Просечно искоришћење	0.73
Трајност паркирања (мин)	242

Број расположивих паркинг места у улици Вука Караџића је 73. Након обрађивања података који су добијени истраживањем у улици Вука Караџића у периоду од 6 часова до 20 часова за све кориснике посматране улице добијен је максималан обим који износи 120 паркираних возила. Максимална акумулација износи 78 возила, а минимална 26 возила. Такође, максимални обим паркирања на сат је једнак максималној акумулацији и износи 78, минимална акумулација износи 26. Просечна трајност паркирања за све кориснике улице Вука Караџића износи 242,03 минута.

5. ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА ЗАВИСНИХ ИСТРАЖИВАЊА

Зависна истраживања подразумевају статистичка истраживања која се спроводе директно на корисницима паркиралишта, возачима, у простору истраживања. Зависна истраживања се спроводе како би се добили подаци о месту одакле је возња започета, месту на које возач одлази по остављању возила на паркинг месту, мотиву због којег је корисник паркирао своје возило у посматраној зони, временском периоду за које је корисник пронашао слободно паркинг место. Као главни мотив доласка у поменути улицу корисници су наводили куповину, тј. 37,50% анкетираних корисника је дошло са мотивом куповине, док је следећи најзаступљенији мотив био рекреација (посета угоститељском објекту или приватна посета), са 29,17%. Како се у поменутој улици налази велики број стамбених зграда, у чијем се приземљу налазе трговачки објекти, било је и очекивано да поменута два мотива буду главни разлог за долазак већине анкетираних корисника. Одређен број корисника је као мотив навело приватан посао, па је тај мотив заступљен са 12,50%.



Слика 6. Расподела анкетираних корисника према мотиву путовања

6. ЗАКЉУЧАК

Независна и зависна истраживања обављена су 13. и 14. априла 2013. године. Уз помоћ поменутих истраживања, забележени су подаци потребни за анализу стања паркирања. Након обраде података, добијени су резултати независних и зависних истраживања, као што су: јутарња, подневна акумулација, трајност паркирања, обрт, број непрописно паркираних возила, жеље корисника и растојање пешачења. На основу добијених резултата и на основу затеченог стања током истраживања, дефинисани су и проблеми у оквиру система паркирања у Куршумлији, а то су:

1. Недовољна искоришћеност паркинг места, јер и при максималној акумулацији нема довољно паркинг места за све кориснике;
2. Уређивање и боље искоришћење паркинг простора;
3. Обнављање вертикалне сигнализације;

4. Непрописно паркирање на местима где није дозвољено паркирање или неправилно коришћење простора намењеног за паркирање;
5. Хоризонтална сигнализација у веома лошем стању;
6. Вертикална сигнализација у веома лошем стању;
7. Непрофесионално функционисање и нестручан рад МУП-а Србије и комуналне инспекције.

Након дефинисања проблема у систему паркирања, дефинисане су и мере за побољшање у паркирања у Куршумлији, а то су:

1. Побољшање система контроле и санкционисања прекршаја у паркирању,
2. Уграђивање уличног мобилијара,
3. Обележавање паркинг места,
4. Реорганизација паркинг места, чиме би се знатно повећао капацитет уличних паркиралишта.

Уз помоћ предложених мера дошло би до повећања искоришћености паркинг места у централној зони Куршумлије, значајно би се смањило број непрописних паркирања, што би довело до повећања квалитета услуге у друмском, стационарном и у пешачком саобраћају.

7. ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Томић М, Паркирање и паркиралишта, Београд, 1995.
- [2] Путник Н, Аутобазе и аутостанице, Београд, 1992.
- [3] www.kursumlija.rs
- [4] www.wikipedia.rs
- [5] Саобраћајни катастар Куршумлије 2009.

Кратка биографија:



Ненад Михајловић рођен је у Прокупљу 1987 године. Факултет техничких наука уписао је 2009. године на одсеку за Саобраћај-смер: Саобраћај и Транспорт. Дипломски мастер рад је одбранио 2013. Године

**UNAPREĐENJE ODNOSA SA KORISNICIMA U TRANSAKCIJAMA PLAĆANJA
PUTEM INTERNETA****IMPROVEMENT OF RELATIONSHIPS WITH CUSTOMERS IN INTERNET PAYMENT
TRANSACTIONS**

Petar Čakarević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – POŠTANSKI SAOBRAĆAJ I
TELEKOMUNIKACIJE**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je primena savremenih tehnologija u oblasti elektronskog plaćanja putem Interneta. Izvršeno je istraživanje i analiza na datu temu u Srbiji te su dati predlozi mera za unapređenje postojećeg sistema u ovoj oblasti.

Abstract - This paper presents application of modern technologies in the field of Internet payments. Research and analysis of the topic in Serbia is presented. Suggestions of measures to improve the existing system in this area are given.

Ključne reči: ICT-s, Internet, e-business, e-commerce, EDI sistemi, certifikati, digitalni potpis.

1. UVOD

Internet danas igra veoma važnu ulogu u životu svakog pojedinca, omogućava lakši pristup informacijama i pruža mnoštvo drugih prednosti. Jedna od oblasti u kojoj Internet igra veoma važnu ulogu je elektronsko plaćanje. Ovo je značajno za svako preduzeće i pojedinca. Veliki broj preduzeća pruža svoje usluge putem Interneta. Pojavom elektronskih sistema, finansijske transakcije su unapređene, omogućeno je njihovo brže, tačnije, pouzdanije i komfornije izvršenje. U savremenim uslovima poslovanja, raste potreba korisnika za elektronskim uslugama, najčešće uslugama plaćanja, a rastu i očekivanja u pogledu kvaliteta ovih usluga. Dobra strana savremenog poslovanja, je ta, što je omogućeno korišćenje usluga 24 časa dnevno. Naravno, ovo podrazumeva i stalan kontakt i pomoć korisnicima pri korišćenju elektronskih usluga.

Predmet rada su elektronski servisi, Internet i korisnici ovih usluga i mreže.

Cilj rada je, da se analizira postojeće stanje, sagledaju mogućnosti i daju predlozi za unapređenje odnosa sa korisnicima u transakcijama plaćanja.

2. ELEKTRONSKO POSLOVANJE

Potreba za uvođenjem elektronskog prenosa sredstava u platni promet javila se onda kada je obim platnog prometa narastao do te mere da je postalo nemoguće da se obavlja na postojeći način, zbog fizičkih ili finansijskih

ograničenja. Elektronsko poslovanje je opšti koncept koji obuhvata sve oblike poslovnih transakcija ili razmene informacija koje se izvode korišćenjem informacione i komunikacione tehnologije i to:

- između preduzeća,
- između preduzeća i njihovih kupaca, i/ili
- između preduzeća i javne administracije.

Elektronsko poslovanje ili Electronic Business – pojam elektronskog poslovanja jeste, u suštini, vođenje poslova na Internetu, što ne podrazumeva samo kupovinu i prodaju, nego i brigu o klijentima i poslovnim partnerima, kao i organizaciju poslovanja u sopstvenoj firmi online i organizaciju prema klijentima.

Electronic Business – prema IBM-u predstavlja transformaciju ključnih poslovnih procesa upotrebom Internet tehnologija. Dakle, Elektronska trgovina – e-commerce jeste komponenta elektronskog poslovanja, koja opisuje procese kupovine, prodaje i razmene dobara, usluga i informacija, putem računarskih mreža, koje uključuju i Internet. Model globalne organizacije i jake konkurencije zahteva novu koncepciju pristupa banaka u njihovom poslovanju, o čemu svedoče sve veća ulaganja u specijalizovanu i prema klijentu orijentisanu tehnologiju. Internet je jedan od tih tehnologija. Razvojem elektronskog prenosa sredstava, znatno se menjaju finansijski instrumenti i tehnologija poslovanja. Finansijske transakcije mogu da se prenesu na neograničenu udaljenost u minimalnom vremenskom razmaku putem postojećih komunikacionih mreža u zemlji i inostranstvu, bez tradicionalnog pripremanja naloga i ostale prateće dokumentacije.

Analize pokazuju da je za obavljanje kvalitetnog bankarskog poslovanja u tradicionalnom bankarstvu potrebno daleko više ljudi, poslovnog prostora i opreme, nego u Internet bankarstvu. Samim tim i troškovi obavljanja bankarskog poslovanja u tradicionalnom bankarstvu su daleko veći od onih u Internet bankarstvu.

3. ANALIZA INTERNET TRŽIŠTA U SRBIJI

Kada se ocenjuje stanje e-bankarstva u Srbiji značajno je upoređivanje sa situacijom u ovoj oblasti u razvijenim zemljama. U razvijenim zemljama procenat učešća e-bankarstva u platnom prometu je veoma visok, na primer u Francuskoj 70 –80%, a u Srbiji je znatno niži - u celini

NAPOMENA:

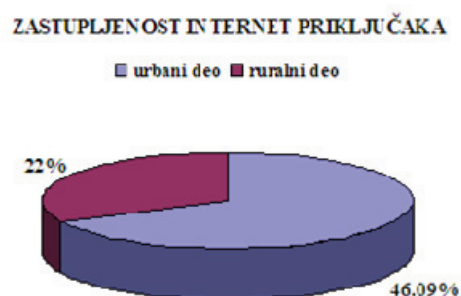
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Dragana Šarac.

oko 1/3 ili manje kada su u pitanju fizička lica. Trenutna IT infrastruktura nije nerazvijena. Svaka banka u Srbiji ima u ponudi i e-bankarstvo. Međutim, procenat onih koji koriste tu uslugu je na niskom nivou. Kod jednog dela populacije postoji interesovanje za proizvode e-bankarstva i e-novca. Kod drugog dela stvar je još uvek na relaciji gotovina-ček-račun u banci, uz prisustvo otpora i nepoverenja. Razlozi leže u više različitih faktora. Jedan od faktora koji utiče na otežani razvoj e-bankarstva je nedovoljan broj računara. Na grafikonu 1. prikazana je zastupljenost računara u procentima na području urbanih i ruralnih delova naše zemlje.



Grafikon 1. Zastupljenost računara u ruralnom i urbanom delu Srbije

Savremeno poslovanje i obavljanje transakcija ne može se zamisliti bez Interneta. Zastupljenost Internet priključaka u Srbiji data je grafikonu 2.



Grafikon 2. Zastupljenost internet priključaka u ruralnom i urbanom delu Srbije

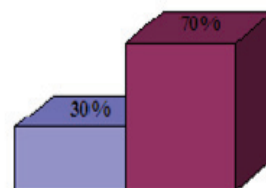
Korišćenje Interneta kao komunikacionog kanala u oblasti plaćanja uslovalo je pojavu Internet plaćanja i odgovarajućih instrumenata kojima se ova plaćanja obavljaju. Elektronska plaćanja uključuju brojna pitanja i zahteve krajnjih korisnika ovog tipa usluga. Jedno od osnovnih očekivanja korisnika jeste minimizacija transakcionih troškova pri ispostavljanju elektronskih naloga za plaćanje.

Ovo očekivanje klijenata banke svakako proističe iz marketinških promocija banaka u kojoj su banke kao jednu od prednosti za opredeljenje korišćenja elektronske banke navodili i niže transakcione troškove za elektronski izdate naloge.

Korišćenje elektronskih usluga kod nas je na veoma niskom nivou, a razlike su uočljive kada se uzme u poređenje fizička lica i pravna lica. Na grafikonu 3. prikazan je odnos korisnika elektronskih usluga.

KORISNICI USLUGA ELEKTRONSKOG BANKARSTVA

■ fizička lica ■ pravna lica



Grafikon 3. Korisnici usluga elektronskog bankarstva u Srbiji

4. STRATEGIJA PRIVLAČENJA I ZADRŽAVANJA KUPACA NA INTERNETU

Danas se postavlja pitanje kako privući i zadržati korisnike na Internetu. Na ovu temu urađen veliki broj istraživanja ali ne postoji tačan model ili pravilo kako se to radi, već zavisi od slučaja do slučaja. Najčešće korišteni načini i/ili modeli privlačenja kupaca na Internetu su: reklamne zastavice, on-line klasifikovano reklamiranje, oglasne table, registrovanje korisnika i slanje e-mail poruka, povezivanje na druge Web sajtove, novinarske grupe, liste za diskusiju, tradicionalni mediji. Sve ove mere pomažu u privlačenju korisnika na Internet. S druge strane kada se korisnici privuku na Internet javlja se problem zadržavanja tih istih korisnika. Dosadašnja iskustva i istraživanja ukazuju da je to najčešće kroz sledeće aktivnosti: dizajniranje sajta koji je prilagođen kupcima, push tehnologije, personalizacija sajtova, usluge kupcima, pravljenje takvih poseta da svaka bude kao novo iskustvo.

5. MODEL ODNOSA SA KORISNICIMA

Jedno od bitnih pitanja ovog rada jeste kako omogućiti i privući korisnike da obavljaju svoje usluge putem Interneta. Ovom problemu može se prići na različite načine. Potrebna je veća promocija telekomunikacionih mreža kao i veća dostupnost usluga Interneta. Za dalji razvoj i primenu Interneta u Srbiji, potrebna je edukacija korisnika (e-edukacija). Da bi se obezbedila digitalna osposobljenost, potrebno je omogućiti besplatan javni pristup tehnologijama u školama, na fakultetima, poštanskim jedinicama i bankarskim filijalama, javnim bibliotekama i drugim alternativama kućnog pristupa. Pored mnogobrojnih rešenja za unapređenje odnosa sa korisnicima, ističem značaj primene dvodimenzionalnog bar koda na računima.

Zahvaljujući osobenosti dvodimenzionalnog bar koda, na relativno malom prostoru moguće je smestiti veliku količinu informacija - ponekad i do 256 karaktera i, na taj način, u kvadrat čija je stranica (2-3) cm, kodirati sve potrebne podatke za plaćanje i obavljanje transakcija putem Interneta. Prednosti koje pruža dvodimenzionalni bar kod su:

- Veća čitljivost u slučaju oštećenja, koja bi linearni bar kod, inače, učinila neupotrebljivim

(neke simbologije dvodimenzionalnog bar koda trpe oštećenja i do 60%);

- Izuzetna pogodnost za skeniranje nespecijalizovanim uređajima (npr. kamerama mobilnih telefona);
- Mogućnost korekcije greške, uvođenjem kontrolnog karaktera.

Izgled jednog računa sa dvodimenzionalnim bar kodom prikazan je na slici 1.



Slika 1. Račun sa dvodimenzionalnim bar kodom

Pomoću dvodimenzionalnog bar koda na računima, korisnici bi mogli lako izvršiti skeniranje sa mobilnim telefonom ili preko računara pomoću čitača bar kodova i

na taj način preko Interneta izvršiti uplatu svojih računa (brzo, efikasno i pouzdano). Skeniranjem ovih kodova skraćuje se vreme samog unosa podataka sa jedne strane a sa druge strane greške su minimalne prilikom kreiranja kodova.

6. DRUŠTVENE MREŽE KAO VID INFORMISANJA NA INTERNETU

Danas smo svesni činjenice da društvene mreže igraju veoma veliku ulogu u informisanosti ljudi na Internetu a pre svega mladih, budući da veliki deo mlade populacije koristi društvene mreže poput Facebook-a, Twitter-a, Google+ i dr. Budući da te mreže imaju veliki broj korisnika, tu činjenicu treba iskoristiti u svrhu informisanja o novim tehnologijama i primenama istih. Takođe, veliki broj stručnjaka ne uzima ove mreže kao ozbiljan vid informisanja.

Međutim, pogodnosti društvenih mreža u marketingu su: jeftinije troškove oglašavanja, sticanje informacija o potencijalnim korisnicima, stvaranje lojalnosti postojećih korisnika i sl.

Kolika je zastupljenost društvenih mreža i ko sve koristi društvene mreže u Srbiji dato je u tabeli 1.

Preduzeća	Društvene mreže	Javna uprava	Društvene mreže
1. NIS	+	Vlada R.Srbije	+
2. EPS	—	Ministarstvo nauke	—
3. Delta M	+	Ministarstvo prosvete	+
4. Victoria G	+	MUP Srbije	+
5. PTT	—	Grad Beograd	+
6. Telekom	+	Ministarstvo za komunikacije i informaciono društvo	+
7. Lukoil	+	Ministarstvo vera i dijaspora	+
8. Telenor	+	Ministarstvo pravde	+
9. Sintelon	—		
10. Idea	+		

Tabela 1. Upotreba društvene mreže u poslovne svrhe u Srbiji.

U tabeli se vidi da PTT organizacija ne koristi društvene mreže kao vid informisanja na Internetu. U narednom periodu treba da se promeni i da se ovakav način privlačenja korisnika i njena uloga iskoristi na najbolji mogući način.

7. ZAKLJUČAK

Sistem elektronskog plaćanja omogućava da se finansijske transakcije obave brže, tačnije, pouzdanije i komfornije. Danas sistemi elektronski plaćanja su trenutno u ekspanziji i primenjuju ih savremene organizacije kako bi ubrzale proces transakcija, a pri tom i smanjili troškove koji nastaju prilikom finansijskih transakcija. Primarni cilj uvođenja sistema elektronskog

plaćanja bio je rešavanje problema sistema plaćanja zastovanih na papiru, korišćenjem potencijalnih prednosti primene informacione tehnologije. Praksa je kasnije pokazala da ovi procesi znače mnogo više od zamene papirnih dokumenata i njihovog fizičkog prenosa elektronskim putem, odnosno da efikasno i ekonomično korišćenje ove tehnologije zahteva reinženjering poslovnih procesa i međuodnosa učesnik. Pored velikog broja izdatih kartica u Srbiji, ipak se primećuje da po broju aktivnih kartica i obimu njihovog korišćenja još uvek znatno zaostajemo za razvijenim zemljama. Takođe, činjenica je da elektronski novac sve više dobija na značaju. Internet kao veliki poslovni potencijal zahteva elektronski novac i u svetskoj praksi njegova upotreba je sve više prisutna.

8. LITERATURA

- [1] Vasković, V., „Sistemi plaćanja u elektronskom poslovanju“, Fakultet Organizacionih Nauka, Beograd 2010
- [2] Anucojić, D.,: „Internet i elektronsko poslovanje“, Fakultet za pravne i poslovne studije, Novi Sad, 2009.
- [3] Berthaud A, Davico G., “Global Panorama on Postal Financial Inclusion”, mart 2013.
- [4] <https://www.google.rs/#q=drustvene+mreze+u+poslovanju>

Kratka biografija:



Petar Čakarević rođen je u Doboju 1987. godine. Diplomski-master rad odbranio je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja-Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

АНАЛИЗА УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА БУЛЕВАРУ ОСЛОБОЂЕЊА У НОВОМ САДУ СА ПРЕДЛОГОМ МЕРА ЗА ПОБОЉШАЊЕ**ANALYSIS OF TRAFFIC CONDITIONS AT BULEVAR OSLOBODJENJA IN NOVI SAD WITH IMPROVEMENT MEASURES**

Мирјана Поповић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У овом раду анализирани су услови одвијања саобраћаја, у постојећем стању, на Булевару ослобођења на потезу од Улице Народног фронта до Улице Максима Горког. На основу резултата бројања саобраћаја извршена је анализа карактеристика саобраћајног тока, прорачун капацитета и нивоа услуге раскрсница, у постојећим условима као и у циљној 2018. и 2023. години. Након извршених анализа, у циљу побољшања услова одвијања саобраћаја, предложена је координација рада светлосних сигнала.

Кључне речи: саобраћајни ток, капацитет, ниво услуге, координација

Abstract – In this article traffic conditions have been analyzed in current conditions at Boulevard Oslobođenja, from the Narodnog fronta street to Maksima Gorkog street. Based on the result of the traffic counting, traffic flow characteristics, capacity and level of service were analysed in existing condition as well as targeted years 2018 and 2023. After analyses, coordination of traffic signalization had been suggested, for the purpose of improving of the traffic conditions.

Key words: traffic flow, capacity, level of service, coordination

1. УВОД

Предмет овог рада су три сигнализоване четворокраке раскрснице: раскрсница Булевара ослобођења и Улице Народног фронта (P1), Булевара ослобођења и Булевара цара Лазара (P2), Булевара ослобођења и Улице Максима Горког (P3), и раскрсница Булевара ослобођења и Војвођанске улице са постављеним пешачким семафорима.

Циљ рада је идентификација постојећег проблема на посматраној деоници Булевара ослобођења и предлагање решења које ће побољшати услове одвијања саобраћаја.

2. ОПИС ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА

Снимање саобраћаја извршено је на јужном делу Булевара ослобођења на укупној дужини од око 1,0 km. Положај P1 налази се на најјужнијем делу, док се P2 и P3 простиру нешто северније.

НАПОМЕНА:

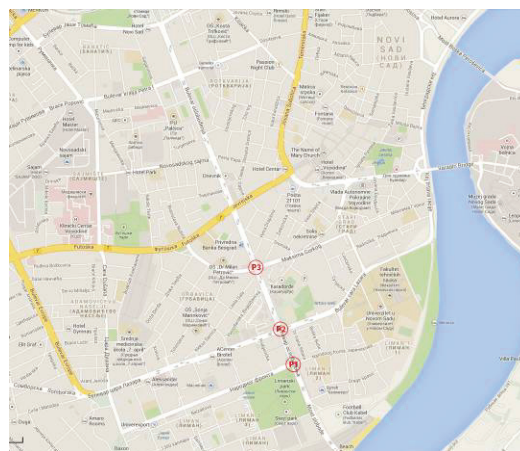
Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Вук Богдановић, ванр. проф.

Снимање пешачког саобраћаја вршено је и на две несигнализоване (приоритетне) раскрснице које су међусобно каналисане разделним острвом, а налазе се између P2 и P3. То су:

- Раскрсница Булевар Ослобођења – Улица Димитрија Туцовића
- Раскрсница Булевар Ослобођења – Војвођанска улица

P1, P2 и P3 су правилне симетричне четворокраке раскрснице, регулисане светлосном саобраћајном сигнализацијом и знацима приоритета. Улица са првенством пролаза је Булевар Ослобођења.

На свим раскрсницама у вршним периодима од 7:00-8:00 h и од 14:00-15:00 h сигнали раде по већ утврђеној фазној расподели, са међуфазама (раније сечење и задршка зеленог времена), а дужина трајања циклуса износи 130 секунди.



Слика 1. Положај раскрсница у градској уличној мрежи

3. АНАЛИЗА КАРАКТЕРИСТИКА САОБРАЋАЈНОГ ТОКА

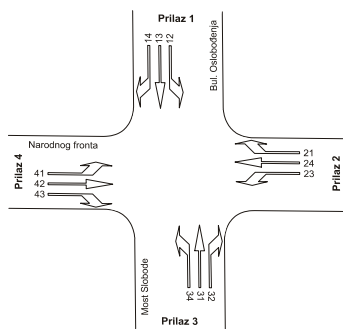
У циљу анализе интензитета и структуре саобраћајног тока на посматраној деоници, извршено је бројање саобраћаја по петнаестоминутним интервалима. Возила су сврстана у следеће категорије: бицикл, мотоцикл, путнички аутомобил, аутобус, лако теретно возило, средње теретно возило, тешко теретно возило, аутовоз, трактор, запрега.

Бројање саобраћаја је вршено 09.04.2013. године, помоћу камере која је снимала саобраћај у временском периоду од 7:00 до 8:00 часова, и у периоду од 14:00 до 15:00 часова.

Табела 1. Интензитет протока пешака на пешачким прелазима између P2 и P3, за вршне часове у 2011. ој и 2013. години

Време	Број пешака на пешачким прелазима у 2011. години		Σ	Број пешака на пешачком прелазу у 2013. години
	П1	П2		
7-8 h	70	185	255	312
14-15 h	115	175	290	378
Σ	185	360	545	690

Из табеле 1. се види да се број пешака који прелазе ову раскрсницу повећао након укидања једног пешачког прелаза, а опремањем другог семафорима. Њихов број се и у јутарњем и у поподневном вршном оптерећењу повећао, те се тако са укупно 545 пешака/час пре постављања семафора њихов број повећао на 690 пешака/час.



Слика 2. Графички приказ прилаза и дозвољених смерова кретања на P1

Северни прилаз је увек прилаз 1, а у смеру казаљке на сату даље следе 2, 3 и 4.

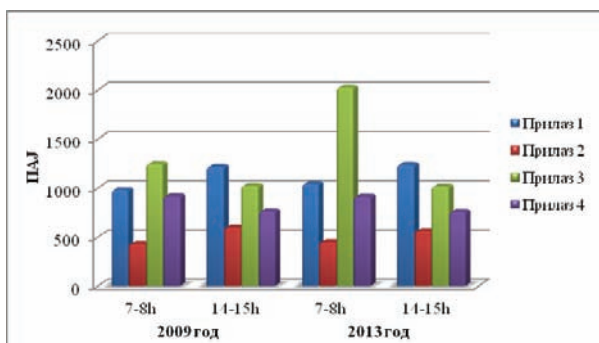


График 1. Часовна дистрибуција протока возила по прилазима, у вршним часовима, у 2009. и 2013. години

На графику 1. приказана је часовна дистрибуција протока возила у јутарњем и поподневном вршном часу у 2009. и у 2013. години, те се може закључити да је у 2009. години највеће саобраћајно оптерећење у јутарњем вршном часу забележено на прилазу 3, а у поподневном вршном часу на прилазу 1. У 2013. години највеће саобраћајно оптерећење у јутарњем вршном периоду забележено је на прилазу 3, око 2000 воз/час, а у поподневном вршном периоду на прилазу 1.

На основу графика 2. може се закључити да је јутарње саобраћајно оптерећење у 2009. години на P2 износило 3909 воз/час, а у 2013. години оно се повећало на 4520 воз/час. Приликом поређења

поподневног саобраћајног оптерећења ситуација се мења јер је у 2009. години оно износило 4799 воз/час, а у 2013. години благо је опало за 93 возила те износи 4706 воз/час.

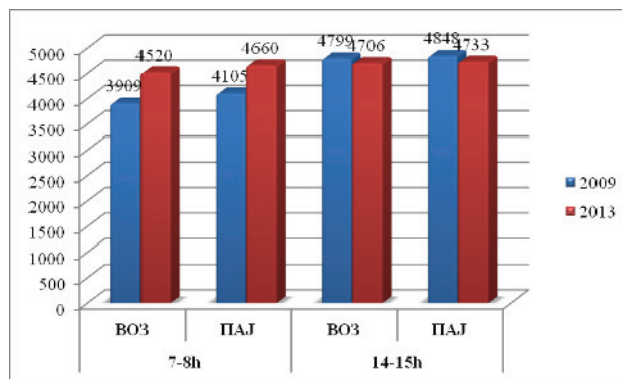


График 2. Распореда укупног саобраћајног тока у вршним часовима на раскрсници Булевар Ослобођења - Булевар цара Лазара, у 2009. и у 2013. години

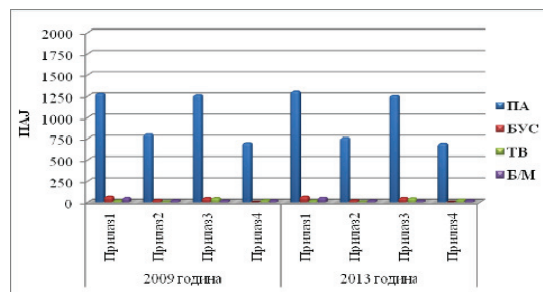


График 3. Структура саобраћајног тока по уливним грлима на P3 у поподневном вршном периоду од 14:00-15:00 h, поређење 2009. и 2013. години

На графику 3. где је приказано поподневно вршно оптерећење, скоро да се појављује подједнак број путничких аутомобила на прилазима 1 и 3 и у 2009. и у 2013. години (око 1250 воз/час).

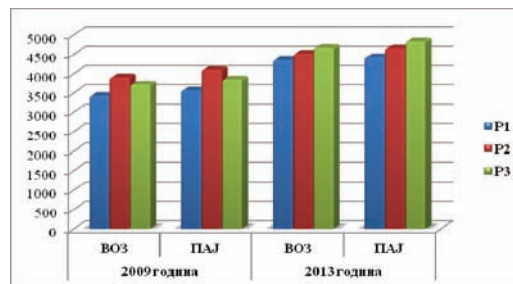


График 4. Поређење укупног саобраћајног оптерећења анализираних раскрсница у 2009. и 2013. години

На основу графика 4. на коме је извршена упоредна анализа саобраћајног оптерећења анализираних раскрсница, може се закључити да је у 2009. години најоптерећенија била P2 са око 3700 воз/час, а сада, у 2013. години најоптерећенија је P3 са око 4300 воз/час.

4. ПРОРАЧУН И АНАЛИЗА КАПАЦИТЕТА И НИВОА УСЛУГЕ

Прорачун капацитета и нивоа услуге на посматраним раскрсницама вршен је применом методологије

„НСМ-2000”[1], а за поподневно вршно оптерећење (14:00 до 15:00 h) и које репрезентује реалне услове одвијања саобраћаја на раскрсници у току целог дана.

Табела 2. Временски губици и ниво услуге за Р1

Прилаз	d_1	d_2	Временски губици [s]			Ниво услуге		
			трак е	прилаз	раскрснице	трак е	прилаз	раскрснице
1	Л	23,9	1,14	27,7	31,8	Ц	Ц	Ц
	П	26,2	3,23	31,7				
	Д	22,7	2,26	35,6				
2	Л	25,5	1,54	24,0	22,0	Ц	Ц	Ц
	П+Д	21,2	7,34	21,3				
	Д	23,9	2,63	28,9				
3	Л	23,9	2,63	28,9	34,3	Ц	Ц	Ц
	П	35,6	3,84	37,1				
	Д	25,4	0,19	23,9				
4	Л	24,6	0,74	22,3	19,3	Б	Б	Б
	П	25,6	1,25	23,7				
	Д	18,6	3,49	15,7				

На основу резултата о временским губицима на Р1 одређен је ниво услуге за све траке појединачно, све прилазе као и за целу раскрсницу. Ниво услуге целе раскрснице је Ц, а укупни временски губици износе 28,3 секунде. Ниво услуге Ц сматра се прихватљивим за већину возача. Гледано по прилазима, највећи временски губици се јављају на прилазу 3 (Булевар Ослобођења) и износе 34,3 секунде (ниво услуге Ц), као и на прилазу 1 (Булевар Ослобођења) где су временски губици 31,8 секунди који такође одговарају нивоу услуге Ц-веће је ограничење у погледу маневрисања, може се појавити проблем застоја код појединих циклуса, али ипак већина возила пролази на зелено светло. Најбољи ниво услуге забележен је на прилазу 4 (Улица Народног фронта) са временским губицима од само 19,3 секунде.

Табела 3. Временски губици и ниво услуге за Р2

Прилаз	d_1	d_2	Временски губици [s]			Ниво услуге		
			трак е	прилаз	раскрснице	трак е	прилаз	раскрснице
1	Л	37,6	2,58	43,3	58,1	Д	Е	Д
	Л+П	40,5	23,76	67,9				
	П	41,9	31,15	76,3				
	П+Д	9,0	1,17	15,2				
2	Л	32,6	2,09	32,5	24,9	Ц	Ц	Д
	П	30,6	0,88	29,4				
	Д	10,8	1,09	6,2				
3	Л	49,3	5,41	57,6	46,7	Д	Д	Д
	П	41,6	5,41	49,5				
	П+Д	6,3	0,50	9,5				
4	Л	30,9	3,55	37,1	48,7	Б	Д	Д
	Л+П	40,8	20,37	64,5				
	П	38,7	9,55	51,4				
	П+Д	8,1	0,46	13,1				

Ниво услуге целе раскрснице је Д, укупни временски губици износе 44,5 секунди. Гледано по прилазима, највећи временски губици се јављају на прилазу 1 (Булевар Ослобођења) и износе 58,1 секунду - ниво услуге Е, представља границу прихватљивих застоја. Велики застоји су резултат лоше прогресије, већих дужина циклуса и високог односа протока и капацитета. Проблем застоја је веома чест. Најбољи

ниво услуге забележен је на прилазу 2 (Булевар цара Лазара) са временским губицима од само 24,9 секунди – ниво услуге Ц, сматра се прихватљивим за већину возача.

Табела 4. Временски губици и ниво услуге за Р3

Прилаз	d_1	d_2	Временски губици [s]			Ниво услуге		
			трак е	прилаз	раскрснице	трак е	прилаз	раскрснице
1	Л	35,3	1,89	44,9	42,0	Д	Д	Д
	Л+П	28,4	14,86	49,5				
	П	26,2	5,90	37,8				
	П+Д	17,0	1,17	22,6				
2	Л	51,3	4,35	57,5	39,5	Д	Д	Д
	Л+П	41,2	4,08	46,9				
	П	41,6	3,64	46,9				
	Д	7,2	2,54	15,9				
3	Л	36,2	2,83	42,5	42,3	Д	Д	Д
	П	37,5	5,36	46,6				
	П+Д	16,8	10,75	34,0				
	Д	41,5	5,68	48,7				
4	П	47,8	5,40	54,1	43,7	Д	Д	Д
	Д	5,3	0,71	10,2				

Ниво услуге целе раскрснице је Д, укупни временски губици износе 41,9 секунди. Гледано по прилазима, највећи временски губици се јављају на прилазу 4 (Улица Браће Рибникар) и износе 43,7 секунди (ниво услуге Д), као и на прилазу 3 (Булевар Ослобођења) где су временски губици 42,3 секунди који такође одговарају нивоу услуге Д. Најбољи ниво услуге забележен је на прилазу 2 (Улица Максима Горког) са временским губицима од 39,5 секунди. И ови временски губици одговарају нивоу услуге Д, уствари он представља границу услова саобраћаја где мала повећања могу проузроковати знатна погоршања (велики застоји, смањење брзине).

5. ПРОГНОЗА БУДУЋЕГ САОБРАЋАЈНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА

За прогнозирање новонасталога саобраћаја, основни параметар је фактор раста саобраћаја. Претходно поменути фактор добијамо преко фактора раста БДП-а и то преко следеће релације [2]:

$$F_i^n = (1 + e \cdot R_{BDP}^n)^n \quad (1)$$

Где је: F_i^n - фактор раста саобраћајног тока „i” за n-ту годину

e - фактор еластичитета

R_{BDP}^n - фактор раста БДП-а за n-ту годину

n - прогнозирани период

Производом претходно добијеног фактора и величине саобраћаја у базној години добија се прогнозирани саобраћај, и то следећом релацијом:

$$V_i^n = (V_i^{BAZ} \cdot F_i^n) \quad (2)$$

Где је: V_i^n - прогнозирани саобраћајни ток за возила (i) у вршном периоду у години (n),

V_i^{BAZ} - величина саобраћајног тока за возила (i) у вршном периоду у базној години.

У табели 5. приказане су прогнозиране вредности саобраћајног тока анализираних раскрсница за период

од 2013. до 2023. године, као и прогнозиране вредности бруто домаћег производа за наредни 10-годишњи период.

Табела 5. Прогноза саобраћаја за анализиране раскрснице као величина фактора раста

Година	Фактор раста БДП-а (%)	Величина саобраћаја на Р1 (voz/h)	Величина саобраћаја на Р2 (voz/h)	Величина саобраћаја на Р3 (voz/h)
2013	5,820	3389	4558	4193
2014	6,124	3596	4837	4449
2015	5,717	3802	5113	4704
2016	5,582	4014	5399	4966
2017	5,287	4226	5684	5229
2018	4,926	4434	5964	5487
2019	4,814	4648	6251	5751
2020	4,740	4868	6548	6023
2021	4,749	5100	6859	6309
2022	4,475	5328	7166	6592
2023	4,309	5589	7260	6876

Из табеле може да се констатује да ће 2023. године обим саобраћајног тока на Р1 износити 5589 воз/час у вршном периоду, што у односу на 2013. годину где је ток износио 3389 воз/час износи повећање од 2200 возила, односно 65%. На Р2 прогнозирани обим саобраћајног тока у 2023. години износи 7260 воз/час у вршном периоду, или 2702 возила више у односу на почетну 2013. годину, односно 59%. И на Р3 је слична ситуација, прогнозира се да ће ток у 2023. години износити 6876 воз/час. У односу на 2013. годину то је повећање од 64%, односно 2683 возила.

Највећи ток у 2013. години је на Р3 (ток маневра право са прилаза 3) и износи 949 воз/час. За пет година предвиђа се да ће овај ток износити 1242 воз/час, а за 10 година, односно у 2023. години 1556 воз/час.

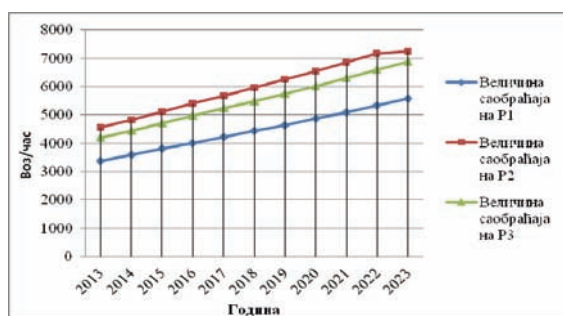


График 5. Прогноза саобраћајног тока на анализираним раскрсницама у периоду од 2013. до 2023. године

На графику 5. приказана је прогноза будућег саобраћајног тока на анализираним раскрсницама у периоду од 2013. до 2023. године. Може се закључити да је највећа величина тока у посматраном периоду забележена на Р2, и у 2023. години износи 7260 воз/час.

6. ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА ПОБОЉШАЊЕ УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА АНАЛИЗИРАНИМ РАСКРСНИЦАМА

Координација рада светлосних сигнала дуж потеза (низ раскрсница на потезу) треба да обезбеди квалитетније одвијање саобраћајног процеса у односу

на независан рад сигнала. Применом координиране семафорске сигнализације омогућен је проток возила без заустављања, када се она налазе у плотуну, односно, „зеленом таласу”. Координиран рад сигнала пројектован је при брзини саобраћајног тока од 40 km/h. Координација је пројектована тако да гледајући у смеру од Р1 ка Р3 сва возила која се крећу брзином од 40 km/h, а стигну на Р1 у првој половини зеленог времена, кроз остале раскрснице неометано могу проћи. То није случај и за возила која у другој половини зеленог времена прођу кроз Р1, јер већ на следећој раскрсници стижу на црвено светло. Гледано у супротном смеру, већина возила која на Р3 прођу кроз зелено светло и на пешачком семафору ће проћи, док ће само половина даље проћи и кроз Р2 и Р1. Предложени систем координације није идеалан али с обзиром на карактер саобраћајнице као што је Булевар ослобођења, прихватљив је.

8. ЗАКЉУЧАК

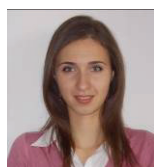
По прогнози будућег саобраћајног оптерећења за наредни 10-огодишњи период, предвиђа се да ће 2023. године обим саобраћајног тока бити највећи на Р1, и повећаће се за 65%. У циљу побољшања услова одвијања саобраћаја предложен је координиран рад сигнала на потезу од Улице Народног фронта до Улице Максима Горког, при брзини саобраћајног тока од 40 km/h.

Применом предложеног решења обезбедио би се виши ниво услуге, јер би се расположиво време у оквиру циклуса ефикасније користило. Возила би се кретала у плотуну, смањено би се број заустављања возила, па би негативни екшони утицаји били смањени.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Проф. Др Михаило Малетин, Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима, Београд, 2005
- [2] Highway Capacity Manual 2000 – HCM
- [3] Владан Јефтић, Дипломски-Мастер рад, Измена начина регулисања саобраћаја на пешачком прелазу у зони раскрснице Булевар Ослобођења-Војвођанска улица у Новом Саду, ФТН Нови Сад, новембар 2011.
- [4] Вук Богдановић, Вредновање пројеката, приручник са предавања, Нови Сад, 2012
- [5] Дипломски-Мастер рад, Владимир Клецин, Функционално вредновање предлога за побољшање нивоа услуге у улици Партизанске авијације у Београду, Нови Сад, 2013.

Кратка биографија:



Мирјана Поповић рођена је у Брчком 1989. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћаја – Вредновање пројеката, одбранила је 2013. године.

PRIMENA SCOR MODELA U UPRAVLJANJU LANCIMA SNABDIJEVANJA
THE USE OF SCOR MODEL IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Marko Petričević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu obrađen je SCOR modela koji se koristi u upravljanju lancima snabdijevanja. Rad predstavlja svojevrsnu sintezu teorijskih istraživanja koja su za krajnji cilj imala sistematizaciju mogućih unapređenja upravljanja lancima snabdijevanja upotrebom SCOR modela.

Abstract – Subject of this work is the processing of SCOR model which is used in supply chain management. This paper represents synthesis of teoretical analysis wich final goal was the systematization of possible upgrades for supply chain management using the SCOR model.

Ključne reči: Lanci snabdijevanja, upravljanje lancima snabdijevanja, SCOR model

1. UVOD

U ovom radu detaljno je obrađen SCOR modela, pre svega preko definisanja osnovnih procesa, njihove hijerarhije i načina korišćenja modela za mjerenje performansi lanaca snabdijevanja. Kao ilustracija primene SCOR modela prikazana je studija slučaja uvođenja modela u realan poslovni sistem. Kroz prikazanu studiju slučaja opisane su sve faze uvođenja modela do same implementacije, pri čemu su izvršene i odgovarajuće analize funkcionisanja lanca snabdijevanja i prikazani rezultati tih analiza.

Osnovni cilj rada je generalno upoznavanje sa SCOR modelom koji se koristi za upravljanje lancima snabdijevanja na teorijskom i praktičnom nivou. Rad predstavlja teorijsku i praktičnu analizu mogućnosti razvoja SCOR modela.

2. SCOR MODEL

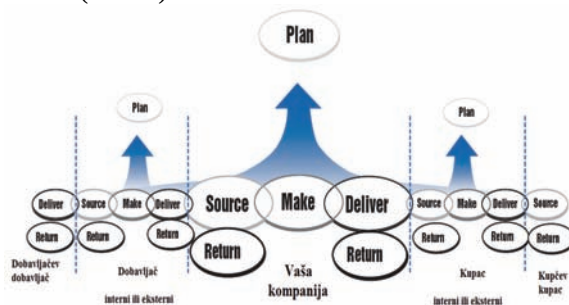
Za razumijevanje SCOR (Supply Chain Operation References) modela potrebno je upoznati se sa njegovim tvorcem Supply Chain Council - SCC, nezavisnom, neprofitnom, globalnom korporacijom koja je otvorena za saradnju sa svim kompanijama i organizacijama zainteresovanim za upotrebu i razvijanje naprednih sistema za upravljanje lancima snabdijevanja. SCC je organizovan 1996. godine od strane „Pittiglio Rabin Todd & McGrath“¹ i „AMR Research“² i u startu je

uključeno 69 kompanija kao volonterskih članova. Danas ima oko 1000 članova širom svijeta.

SCOR model predstavlja refleksiju sveukupnog znanja o lancima snabdijevanja prikupljena u SCC. Model se koristi u praksi već duži niz godina. Trenutno se koristi verzija 11.0, a 1. decembra 2012. godine pokrenuta je i revizija ove verzije. SCOR je strateški alat za opisivanje, komunikaciju, implementaciju, mjerenje, kontrolu i podešavanje kompleksnih procesa upravljanja lancima snabdijevanja [1].

SCOR model predstavlja svojevrsan "kalup" koji spaja poslovne procese, pokazatelje, praksu i tehnološke funkcije u jedinstvenu strukturu koja poboljšava komunikaciju između partnera u lancima snabdijevanja, poboljšava efektivnost upravljanja lancima snabdijevanja i sličnih aktivnosti povezanih sa lancima snabdijevanja. Kompanije koje prihvate saradnju sa SCC obavezne su da prihvate SCOR model i da ga kroz svoj rad unapređuju. SCC članovi učestvuju u projektima za unapređenje modela i automatski svojim članstvom u SCC postaju i članovi razvojnog tima ovog modela. Cilj SCC-a nije da se napravi vertikalni ili tehnološki model, već da se proizvede visoko razvijeni procesni model. Model se može primeniti za svaki proizvod ili tok informacija u lancima snabdijevanja i to na visokom nivou apstrakcionog modelovanja.

Model SCOR opisuje poslovne procese na visokom nivou i povezuje ih sa svim aktivnostima kojima se zadovoljavaju zahtjevi kupca. Ovi procesi predstavljaju vertikalno-neutralne apstrakcije od svih procesa planiranja potražnje/snabdijevanja, kupovine/nabavke, proizvodnje, unosa naloga i izlazne logistike i procesa povratnih tokova (slika 1).



Slika 1. SCOR model [5]

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Svetlana Nikoličić.

¹ Pittiglio Rabin Todd & McGrath – kompanija koja se bavi menadžerskim savjetovanjem

² AMR Research – kompanija koja se bavi nezavisnim istraživanjima i industrijskim analizama

2.1. Definisanje osnovnih procesa SCOR-a

SCOR metodologija može se svrstati u normativnu vrstu modela, koji pruža standardne definicije mjera i procedura za računanje parametara lanca snabdijevanja [2]. Ipak ovaj model ne opisuje svaki poslovni proces ili aktivnost. On se ne odnosi na: prodaju, marketing, razvoj proizvoda,

istraživanja i neke elemente podrške kupcima nakon dostave. SCOR model se sastoji od pet osnovnih procesa: *Plan* (planiranje), *Source* (nabavka), *Make* (proizvodnja), *Deliver* (dostava) i *Return* (povratni tok). Povratni tok kao proces u SCOR modelu se pojavio tek od verzije 5.0

Proces planiranja (*plan*) obuhvata procese uravnoteženja agregatne tražnje i snabdijevanja u cilju razvoja aktivnosti koje, u najvećoj mjeri, zadovoljava zahtjeve snabdijevanja, proizvodnje, isporuke i povratnog toka.

Proces nabavke (*source*) obuhvata procese nabavke proizvoda i obezbeđenja usluga u cilju zadovoljavanja planirane ili stvarne tražnje.

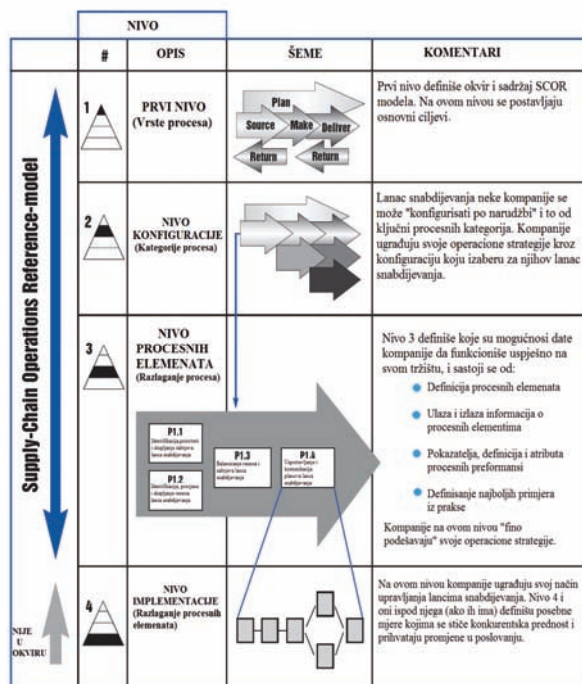
Proces proizvodnje (*make*) obuhvata procese za transformaciju „ulaza“ u paket proizvod-usluga u cilju zadovoljavanja planirane ili stvarne tražnje za njima.

Proces dostave (*deliver*) obuhvata: procese koji obezbjeđuju da gotovi proizvodi i usluge zadovolje planiranu ili stvarnu tražnju, upravljanje narudžbinama, transportom i distribucijom

Proces povratnih tokova (*return*) obuhvata procese povraćaja ili prijema vraćenih proizvoda. Ovi procesi predstavljaju podršku kupcima nakon isporuke proizvoda

2.2. Hijerarhija SCOR modela

Rastavljanje lanca snabdijevanja na osnovne procese definiše hijerarhiju u kojoj se sa povećanjem nivoa povećava i detaljnost. Prema tome SCOR je zasnovan na hijerarhijskom modelovanju, kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Hijerarhija SCOR modela [3]

Prvi nivo predstavlja osnovne procese upravljanja i pokazatelje i mjere koji se odnose na upravljačke procese. Drugi nivo definiše ključne procesne elemente koji obično sačinjavaju bazične procese. Svi procesni elementi drugog nivoa su detaljnije obrađeni u trećem nivou. Treći nivo se sastoji od procesnih elemenata i ulaznih parametara, mjera i izlaza povezanih sa njima. Na četvrtom nivou prikazane su aktivnosti povezane sa procesnim elementima. Zadaci na ovom nivou zavise individualno od kompanije do kompanije.

2.3. Primena SCOR modela za sistematizaciju i merenje performansi

Mjerenje performansi se može definisati kao proces kvantifikovanja efikasnosti i efektivnosti akcije. Za mjerenje performansi lanca snabdijevanja se koristi sistem SCPMS (*Supply Chain Performance Measurement System*) [4]. Elementi SCPMS su najčešće: mjere performansi, metrike i indikatori performansi. SCOR definiše mjere i metrike kao dodatak definicijama procesa lanca snabdijevanja, a SCC je definisao set metrika koje se mogu koristiti za procjenu procesa na svakom nivou SCOR modela. Metrike mogu poslužiti različitim ciljevima. Izbor mjera i metrika zavisi od strategije kompanije i fokus je na tome da kompanija izabere prave mjere i metrike koje će zadovoljiti njihove ciljeve. Zato SCOR model ne nameće strategije, već definiše metrike i mjere na visokom nivou. SCOR model izračunava mjere na osnovu preciznih formula, koje su definisane za svaku mjeru prema standardnim definicijama.

3. ALGORITAM PROJEKTA UVOĐENJA SCOR-a u realne poslovne sisteme "ROADMAP PROJECT"

Grupa stručnjaka iz oblasti lanca snabdijevanja na čelu sa *Piterom Bolstorfom* i *Robertom Rosenbauom* napisala priručnik za primjenu SCOR modela pod nazivom „Supply Chain Excellence“ [1]. Ovaj priručnik je (prema autorima) namenjen svakom ko želi da poboljša svoje znanje o lancima snabdijevanja i da ih unapredi tako što će se voditi provjerenom metodologijom opisanom u priručniku. U priručniku je opisan proces implementacija SCOR modela u preduzeću „Fowlers Inc“. Ekipe navedenih autora je kroz četiri posebna segmenata vodila preduzeće „Fowlers Inc“ do uspješne implementacije SCOR modela. SCOR „Project Roadmap“ može da se primjeni na manjim projektima u kojima se preprilice tek nekoliko lanaca snabdijevanja i par kupaca, ali i na većim koji se sastoje od velikog broja lanaca snabdijevanja i mnogo kupaca, odnosno razgranate mreže snabdijevanja. Projekat je primjenjiv na: proizvođače, distributere, prodavce, veleprodaje, prodavce tehnike, franšize i one koji se bave pružanjem usluga. Ipak u ovom priručniku, neke veoma bitne stvari za uspjeh kao što su promjene u menadžmentu, tehnike za rješavanje problema, odabir menadžmenta za projekte i inženjering poslovnih procesa se ne opisuju. Stoga, može se reći da „Roadmap Project“ navodi na pravi put, ali ne daje i svaki detalj kako se tamo stiče.

3.1. Osnove „Roadmap project“

Prema navedenoj studiji slučaja, faze uvođenja SCOR projekta: edukacijska podrška, otkrivanje mogućnosti, analiza, dizajn, razvoj i implementacija. U prvoj fazi edukacije, najznačajniji zadatak je odabir moderatora projekta. Pored moderatora biraju se sponzor i poslovni tim za podršku projekta. Sledeći korak je proučavanje postojećih lanaca snabdijevanja u preduzeću. Sagledavaju se svi aspekti postojećih lanaca snabdijevanja i onda se simulira i prezentuje „Roadmap project“. Nakon toga se određuju ciljani rezultati i očekivanja. Ova faza traje oko nedelju dana. Fazom otkrivanja mogućnosti formira se poslovna studija u kojoj se opravdavaju finansijska sredstva uložena u projekat. Ranije formiran poslovni tim,

u ovoj fazi prezentuje mogućnosti poboljšanja performansi. Ova faza traje od jedne do dvije nedelje.

U fazi analiziranja moraju se odrediti vrijednosti koje donose operacije za unapređenje lanca snabdijevanja i to onako kako to finansijski menadžment preduzeća traži: „cash to cash“ vremena obrta, dani na zalihama, vrijeme ispunjavanja narudžbine i druge faktore učinka.

Faza dizajniranja se dijeli na materijalni tok i radni i informacioni tok. Materijalni i radni/informacioni tokovi su dvije glavne komponente za definisanje postojećih (AS IS) tokova, gdje se otkrivaju potencijalne greške u procesima. Nakon toga sledi mapiranje unapređenih (TO BE) tokova, kojima se prevazilaze uočene greške.

Razvoj i implementacija se vrše po industrijskim standardima: iniciranje, planiranje, izvršavanje i formalno zatvaranja projekta. „Roadmap project“ ne govori toliko o ovoj fazi i ona je više predmet nekih drugih razmatranja

3.2. Uvodjenje SCOR-a u preduzeće „Fowlers Inc.“

„Fowlers Inc.“ je multi-milijardesko preduzeće koje se bavi preradom hrane, optičkim tehnologijama i poslovnim uslugama. U preduzeću je postojala dobra podloga za uvođenje modela kakav je SCOR, čak su i čelni ljudi sami krenuli u unapređivanje postojećeg lanca snabdijevanja ali su naišli na niz problema i zato su se za ovaj posao obratili ljudima iz SCC, koje je predložio Pitera Bolstorfoma. Prema Piteru i njegovim saradnicima primjer uvođenja SCOR modela u „Fowlers Inc.“ je bio idealan za stvaranje priručnika „Supply Chain Excellence“. Oni su na ovom preduzeću uspješno primijenili „Roadmap project“.

Nakon podjele uloga u projektu počela je prva faza uvođenja SCOR modela: planiranje i organizacija. U prvim danima u preduzeću, tim za uvođenje SCOR-a treba da se bavi razumijevanjem poslovanja preduzeća, sagledavajući ga iz svih uglova. Za razumijevanje ovog preduzeća izvršena su sledeća istraživanja: način i izgled poslovanja, SWOT analiza, ocjenu preduzeća od strane kupaca, kritične faktore za uspjeh, kritična poslovna pitanja, finansijsku analizu, definisanje lanca snabdijevanja.

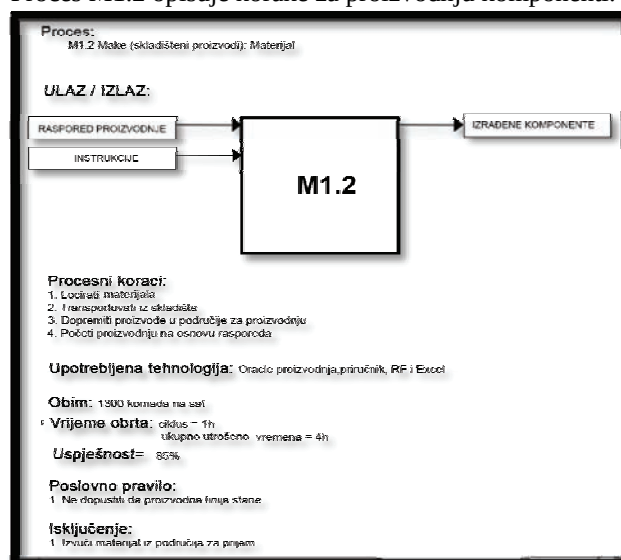
Druga faza uvođenja SCOR modela u preduzeće, za razliku od prve faze koja je trajala nedelju dana, traje tri nedelje. Najbitniji zadatak ove faze je određivanje ključnih performansi za definisani lanac snabdijevanja. U prvim danima ove faze potrebno je organizovati više sastanaka sa rukovodstvom i timom koji radi na SCOR modelu, kako bi se podeliti zadaci vezano za sakupljanje podataka o osnovnim performansama posmatranog lanca snabdijevanja i načinima njihovog merenja. Najbitni korak ove faze je određivanje performansi koje će se posmatrati u daljem radu.

U primjeru „Fowlers Inc.“, izabrane su sledeće performanse: performanse dostave, iskorišćenje skladišta, potpuno izvršavanje narudžbine, vrijeme realizacije isporuke, vrijeme odziva lanca snabdijevanja, fleksibilnost proizvodnje, cijene proizvoda, ukupni troškovi lanca snabdijevanja, troškovi prodaje, administracije i opšti troškovi, troškovi povratnog toka, vrijeme protoka novca, troškovi zaliha, obrt kapitala, bruto marža, operativna marža, neto prihodi, profitabilnost u odnosu na kapital.

Treća faza uvođenja SCOR modela traje sedam nedelja. Početkom ove faze bitno je dobro analizirati prethodne

podatke pa tek onda se okrenuti poslu koji se u njoj mora obaviti. U trećoj fazi formira se dizajn tim materijalnog toka. Prvi zadatak tima je određivanje trenutnog toka materijalnih dobara, njegova analiza, strategije toka, a zatim tim određuje kakav bi trebalo da bude tok materijalnih dobara. Uporedo sa materijalnim tokom tim radi na dizajnu radnog i informacionog toka. U ovoj fazi počinje i primjena 2. nivoa SCOR modela. Svi članovi SCOR tima se već dobro upoznati sa SCOR procesima na 2. nivou. Prvi korak u ovoj fazi je mapiranje materijalnog toka i određivanje nivoa detaljnosti radi otkrivanja neefikasnosti. Naredni korak je određivanje SCOR procesa 2. nivoa za svaku lokaciju na mapi. Počinje se tako što se identifikaciju određeni procesi karakteristični za određene lokacije. Zatim, se ti procesi dijele na SCOR osnovne procese: *plan, source, make, deliver i return*. Posle toga sledi određivanje tipa tog procesa i svakom procesu se dodaje više detalja. Zatim se vrši analiza „riblja kost“ ili „Ishikawa dijagram“ kojom se otkrivaju tačni uzroci i i efekti problema u lancu snabdijevanja. Analiza „riblja kost“ prikazuje uzroke zbog kojih je došlo do određenog događaja ili procesa. Analiza se najčešće koristi za dizajn ili određivanje defekata u kvalitetu proizvoda. Uzroci koji dovode do toga se grupišu u kategorije da bi se odredio njihov izvor i opseg.

Četvrta, poslednja faza uvođenja SCOR modela traje osam nedelja. Procese u ovoj fazi prate elementi trećeg nivoa SCOR modela. U ovoj fazi fokus je na analizi i dizajnu radnih i informacionih tokova kao i planiranju implementacije promjena koje je donjeo SCOR model. U ovoj fazi projekta koriste se procesi trećeg nivoa SCOR modela. Treći nivo SCOR modela može se predstaviti kao strani jezik koji će se na kraju ovog nivoa govoriti tečno. Nivoi 1 i 2 su kao riječnici - pružaju gruba objašnjenja ali su teško razumljivi bez trećeg nivoa. Kao primjer na slici 3. prikazan je proces M1.2 SCOR modela. Proces M1.2 opisuje korake za proizvodnju komponenti.

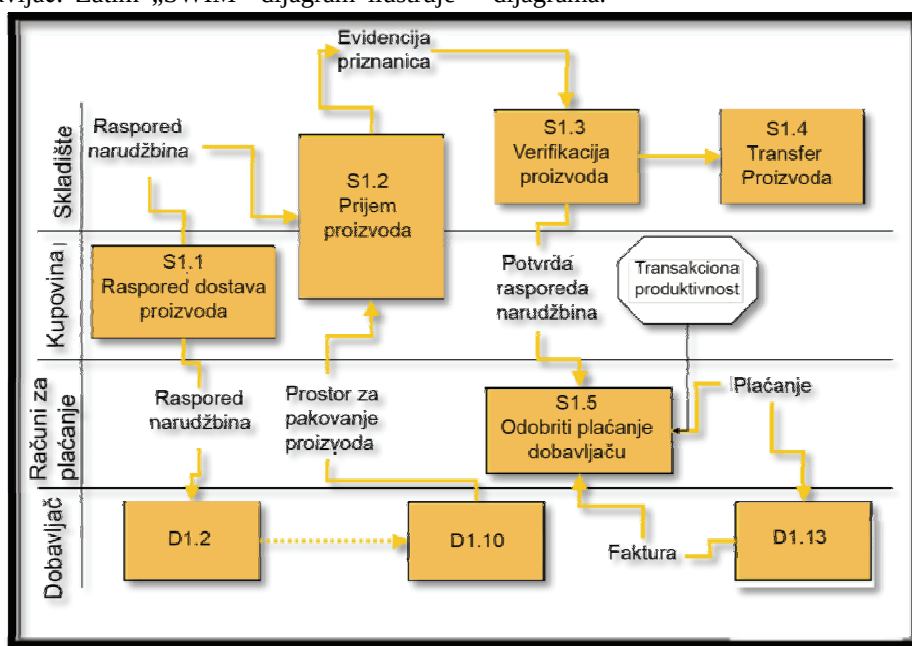


Slika 3. M1.2 proces nivoa 3 SCOR modela [1]

Nakon određivanja procesa sledi njihovo mapiranje pomoću „SWIM“ dijagrama. Pomoću ovog dijagrama ilustruju se procesni tokovi i mjere performanse jedne organizacije. SCOR pristup mapiranju uključuje i radni i informacioni tok. Početni „SWIM“ dijagram sadrži glavne funkcije dijelove koji imaju neku ulogu u

procesu mapiranja. U primjeru prikazanom na **slici 4.** funkcioni dijelovi su: skladište, kupovina, računi za plaćanje i dobavljač. Zatim „SWIM“ dijagram ilustruje

kako se zadaci izvršavaju u organizaciju tako što određene procese stavlja u posebne linije „SWIM“ dijagrama.



Slika 4. „SWIM“ dijagram [1]

U slučajevima gdje ima multifunkcionalnih učesnika u zadacima, procesni koraci se ilustruju kroz sve odgovarajuće „SWIM“ linije. Nakon određivanja „SWIM“ dijagrama vrši se unapređenje informacionog i radnog toka, a zatim se prelazi na konfiguracija „SWIM“ linija. Konfiguracija „SWIM“ linija je nadogradnja već urađenog posla. Taj proces će nekada uključivati smanjivanje ili povećanje broja linija.

Poslednji korak u projektu uvođenja SCOR modela je planiranje implementacija koji podrazumijeva planiranje izvršavanja promjena na svim poljima u jednom preduzeću. Postoje tri faze kroz koje se prolazi tokom implementacije promjena: trenutno stanje, tranziciono stanje i željeno stanje. Promjene su moguće i isplativije kada su troškovi trenutnog stanja veći od troškova tranzicionog stanja.

Čistom analizom pozicije preduzeća u odnosu na konkurenciju korišćenjem standardnih mera performansi, identifikacijom slabih tačaka i dobijanjem konsenzusa za budući dizajn, SCOR projekat pomaže ljudima da uvide da je trenutno stanje neprihvatljivo i da teže ka stanju koje će biti nakon promjena koje je donjeo SCOR model.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati koji se ostvaruju upotrebom SCOR modela reprezentuju ga u najboljem svijetlu. U studiji slučaja koja je prezentovana u radu, vidi se kako SCOR model daje smjernice i sugestije za jedno preduzeće i njegovu rasprostranjenost i široku mrežu lanaca snabdijevanja. U ovom preduzeću se nakon tri godine upotrebe SCOR modela predviđa dobit od 44441000 \$, dok su troškovi implementacije modela 11050000\$. Postavlja se pitanje kada će početi njegova veća upotreba u preduzećima u Srbiji koja moraju biti konkurenta da bi opstala. SCOR model postaje dostupan svima i samo oni koji na vrijeme

prepoznaju njegove kvalitete će uspjeti da obezbjede bolje konkurentne pozicije. Preduzeća u Srbiji učestvuju u otvorenoj tržišnoj trci tako da je i pred njima veliki izazov.

Postoji nekoliko stvari koje se mogu naučiti iz ovog rada. Prva, lanci snabdijevanja su kompleksan fenomen koji se mora izučavati koristeći različite metode i multidisciplinarni pristup. Drugo, društveni uticaj na lance snabdijevanja ima važnu ulogu u shvatanju i razvijanju lanaca snabdijevanja, a u literaturi se malo pominje ta pojava. Treće, efikasna metodologija upravljanja lancima snabdijevanja je ona koja menadžerima lanca snabdijevanja omogućava prepoznavanje ključnih elemenata, kako tehničkih tako i ljudskih, da bi se lancima snabdijevanja upravljalo na što efikasniji način

5. LITERATURA

- [1] Bolstroff, P i Rosenbaum, R. "Supply Chain Excellence", 2003.
- [2] Kasi, V. "Systemic Assessment of SCOR for Modeling Supply Chains", Center for Process Innovation, Georgia State University, 2005
- [3] Gullledge, T., Cavusoglu, T. "Aligning the Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model with Enterprise Applications: Real-time Value Chain Intelligence", 2001.
- [4] Jovanović, B. "Model SCOR", Beograd, Fakultet organizacionih nauka, 2010
- [5] <http://supply-chain.org/scor>

Kratka biografija:



Marko Petričević rođen je u Zagrebu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Logistika i intermodalni transport odbranio je 2013.god.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2012. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Lađinović	Milan simeunović	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Sonja Ristić
Bojan Batinić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Kolaković
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milica Miličić	Srđan Popov
Bojan Tepavčević	Goran Sladić	Milinko Vasić	Srđan Vukmirović
Bojana Beronja	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Staniša Dautović
Branislav atlagić	Gordana	Miloš Živanov	Stevan Milisavljević
Branislav Nerandžić	Milosavljević	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Veselinov	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Strahil Gušavac
Branislava Kostić	igor Budak	Miodrag Zuković	Svetlana Nikoličić
Branislava	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Novaković	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branka nakomčić	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Branko Škorić	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Damir Đaković	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mitar Jocanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan Jovanović	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan kukolj	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlastimir
Dragana	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Konstantinović	katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragana šarac	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
dragi Radomirović	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragiša Vilotić	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
Duško Bekut	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	