



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXI

Број: 15/2016

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXI

Свеска: 15

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

Уредништво:

Проф. др Раде Дорословачки

Проф. др Драгиша Вилотић

Проф. др Срђан Колаковић

Проф. др Владимир Катић

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Миодраг Хаџистевић

Проф. др Растислав Шостаков

Доц. др Мирослав Кљајић

Доц. др Бојан Лалић

Доц. др Дејан Убавин

Проф. др Никола Јорговановић

Доц. др Борис Думнић

Проф. др Дарко Реба

Проф. др Ђорђе Лађиновић

Проф. др Драган Јовановић

Проф. др Мила Стојаковић

Проф. др Драган Спасић

Проф. др Драгољуб Новаковић

Редакција:

Проф. др Владимир Катић, главни уредник

Проф. др Жељен Трповски, технички уредник

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Драгољуб Новаковић

Др Иван Пинћур

Бисерка Милетић

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор

Софија Рацков, коректор

Марина Катић, преводилац

Издавачки савет:

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН, проф. др Радош Радивојевић, председник.

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

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

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

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

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

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

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 06.10.2016. до 31.10.2016. год., а који се промовишу 18.05.2017. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Известан број кандидата објавили су радове на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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

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

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

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

- архитектуре,
- инжењерског менаџмента и
- регионалне политике и развоја.

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

- графичког инжењерства и дизајна,
- инжењерства заштите животне средине,
- мехатронике,
- математике у техници,
- геодезије и геоматике,
- заштите вода,
- управљања ризиком од катастрофалних догађаја и пожара,
- инжењерства информационих система и
- сценске архитектуре и дизајна.

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. Branko Stanar, Sebastian Baloš, ISPITIVANJE ZAVARENIH SPOJEVA SA RAZARANJEM	2905-2908
2. Alen Božin, UTICAJ OPTERECENJA MOTORA NA SLIKU NAPONSKOG STANJA KLIPNJAČE	2909-2912
3. Erich Alaker, PRIMENA ENERGETSKIH STUBOVA I PODNOG GREJANJA / HLAĐENJA U DISTRIBUTIVNOM CENTRU SA ANALIZOM PERIODA OTPLATE	2913-2915
4. Milan Jovičić, Dejan Lukić, UNAPREĐENJE TEHNOLOŠKE PRIPREME PROIZVODNJE ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE TERMOPLASTA U PREDUZEĆU „MIKRON“	2916-2919
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Sava Šunjka, PODEŠAVANJE OPEN SOURCE ALATA BAZIRANIH NA GNU ALATIMAZA RAD SA OLIMEX-STM32E407 PLOČOM	2920-2923
2. Dragan Savić, Vladimir Katić, KOMPARACIJA PROIZVODNIH POGONA TE UGLJEVIK PRIJE I POSLE DONOŠENJA KJOTO PROTOKOLA	2924-2927
3. Bogdan Galetin, ENUMERACIJA SVIH OBUHVATAJUĆIH STABALA NEORIJENTISANOG GRAFA	2928-2931
4. Ivan Đermanović, Željko Trpovski, RAZVOJ APLIKACIJA SA QR KODOVIMA NA ANDROID OPERATIVNOM SISTEMU ...	2932-2935

	STRANA
5. Radomir Živojinović, Željten Trpovski, RAZVOJ APLIKACIJA SA QR KODOVIMA NA iOS OPERATIVNOM SISTEMU	2936-2939
6. Jovana Samardžija, NETEHNIČKI GUBICI U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	2940-2943
7. Filip Milivojčević, Vladimir Rajs, UNIVERZALNA PLOČA ZA AUTOMATIZACIJU U INDUSTRIJSKIM SISTEMIMA	2944-2947
8. Dušan Sretenijević, REŠAVANJE KOLA PRIMENOM METODE NAPONA NEZAVISNIH PRESEKA	2948-2951
9. Slobodan Račanović, RAZVOJ APLIKACIJE ZA UPRAVLJANJE UDALJENIM UREĐAJIMA PUTEM VI SERVERA	2952-2955
10. Nemanja Mirosavljević, Željten Trpovski, SISTEM ZA UPRAVLJANJE PAMETNIM ZGRADAMA ZASNOVAN NA ZIGBEE PROTOKOLU	2956-2959
11. Nemanja Krasić, PROCENA MERNE NESIGURNOSTI PRI KALIBRACIJI PLATINSKIH TERMOMETARA U SUVOM TEMPERATURNOM KUPATILU KAYE LTR -40/140	2960-2962
12. Stanko Đokić, ELEKTROLOG I GAMA SONDA ZA GEOFIZIČKA KAROTAŽNA MERENJA	2963-2966
13. Đorđe Juhas, Živorad Mihajlović, Vladimir Rajs, PAMETNI NOSIVI UREĐAJ SA PRIKUPLJANJEM ENERGIJE IZ OKOLINE ZA PRAĆENJE PARAMETARA U OKRUŽENJU KORISNIKA	2967-2970
14. Predrag Jandrić, Vladimir Katić, PREGLED I TESTIRANJE TANKOSLOJNIH FOTO ČELIJA	2971-2974
15. Gabriela Papajčik, Vladimir Katić, PRIMENA SOLARNIH FN SISTEMA U SUBOTICI	2975-2978
16. Ljiljana Govedarica, NAPREDNE FUNKCIJE PAMETNIH KONTROLERA DISTRIBUTIVNIH GENERATORA ..	2979-2982
17. Slobodan Jošić, PREGLED LABORATORIJSKIH VEŽBI IZ PREDMETA TELEKOMUNIKACIONI SIGNALI I SISTEMI	2983-2986
18. Aleksandar Gavrić, Srđan Sladojević, RAZVOJ PROTOKOLA KOMUNIKACIJE PAMETNOG MOBILNOG UREĐAJA I EKG RAZVOJNOG SISTEMA PUTEM USB KOMUNIKACIJE	2987-2990
19. Ljubomir Đaković, PROJEKTOVANJE NAPONOM KONTROLISANOG OSCILATORA	2991-2994
20. Mirsad Beljulji IP ORIJENTISANI SISTEMI KONTROLE PRISTUPA	2995-2998
21. Aleksandar Petrić, PROJEKTOVANJE DRAM ČELIJE U STANDARDNOJ 0.35 μm TEHNOLOGIJI	2999-3002
22. Мирослав Кондић, JAVASCRIPT OKRUŽEŃE ZA RAD SA VEŠTAČKIM NEURONSKIM MREŽAMA BAZIRANO NA GRAFU IZRAČUNAVAŃA	3003-3006
23. Norbert Nemet, REACT NATIVE OKVIR ZA RAZVOJ MOBILNIH APLIKACIJA	3007-3010
24. Danica Kugli, VIRTUALIZACIJA GRAFIČKIH RADNIH STANICA NA CITRIX PLATFORMI	3011-3014
25. Žarko Milovanović, DISTRIBUIRANI SISTEM ZA IZVRŠAVANJE PROIZVOLJNIH IZVRŠNIH DATOTEKA NA WINDOWS OPERATIVNOM SISTEMU	3015-3018

	STRANA
26. Gordana Žarković, PRIMENA ISTRAŽIVANJA I ANALIZE PODATAKA U CILJU POVEĆANJA PROFITA BANKE	3019-3022
27. Marko Glogovac, OPTIMIZACIJA IZVRŠAVANJA <i>AUTODEPLOYMENT</i> PROCEDURE U DISTRIBUIRA- NOM SISTEMU	3023-3026
28. Ангелина Вујановић, АРХИТЕКТУРА И СОФТВЕРСКА ПОДРШКА СИСТЕМА ЗА АНАЛИЗУ ДРУШТВЕНИХ МРЕЖА	3027-3030
29. Stefan Anđelić, Đorđe Obradović, KLASIFIKACIJA TEKSTA BAZIRANA NA IMENOVANIM ENTITETIMA	3031-3034
30. Ivan Perić, SOFTVERSKI SISTEM ZA SIMULTANU LOKALIZACIJU I MAPIRANJE BAZIRAN NA ANALIZI VIDEO SNIMAKA	3035-3038
31. Vladimir Basrak, PRIKUPLJANJE I VIZUALIZACIJA PODATAKA O VREMENSKOJ PROGNOZI I METEOROLOŠKIM ALARMIMA	3039-3042

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Daliborka Šukunda, PROJEKAT KONSTRUKCIJE TENISKE DVORANE OD LLD SA UPOREDNOM ANALIZOM PRORAČUNA VEZA PREMA SRPS I EC PROPISIMA	3043-3046
2. Dragan Manojlović, Tatjana Kočetov Mišulić, MODELIRANJE I PRORAČUN MOSTOVSKJE KONSTRUKCIJE OD LLD SA SPREGNUTOM BETONSKOM KOLOVOZnom PLOČOM	3047-3050
3. Branka Maksimović, Jasmina Dražić, IZBOR I PRIMENA HIDROIZOLACIONOG SISTEMA U IZGRADNJI OBJEKTA U NOVOM SADU	3051-3054
4. Aleksandar Vasiljević, PROJEKAT AB KONSTRUKCIJE DEČIJEG OBDANIŠTA I UPOREDNA ANALIZA ODREDBI ZA PROJEKTOVANJE KONSTRUKCIJA PREMA ZAHTEVIMA TRAJNOSTI.....	3055-3058

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Saša Kurajić, Pavle Gladović, ANALIZA I UNAPREĐENJE ORGANIZACIJE I UPRAVLJANJA AUTOTRANSPORTNE DELATNOSTI U OKVIRU PREDUZEĆA "TRANSLOG SEKULIĆ" DOO SM	3059-3062
2. Jovana Trebovac, MAKROLOGISTIČKA INFRASTRUKTURA U REPUBLICI SRBIJI	3063-3066
3. Sofija Uzelac, UPRAVLJANJE PROCESIMA U NOVČANOM POSLOVANJU	3067-3070
4. Ivana Džunja, SAVREMENI KONCEPT URUČENJA POST EXPRESS POŠILJAKA	3071-3074
5. Milan Radić, Željko Trpovski, PRENOS PODATAKA U KABLOVSKIM SISTEMIMA	3075-3078

ISPITIVANJE ZAVARENIH SPOJEVA SA RAZARANJEM DESTRUCTIVE TESTING OF WELDS

Branko Stanar, Sebastian Baloš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Kontrola zavarenih spojeva ima ključni značaj u postizanju odgovarajućeg kvaliteta ovog najčešće korišćenog načina ostvarivanja nerazdvojivih spojeva. Dominantna značaj u kontrolu zavarenih spojeva ima ispitivanje sa razaranjem. Ovo podrazumeva makro ispitivanje, ispitivanje zatezanjem, savijanjem, energije udara i tvrdoće. U radu je prikazan jedan primer ispitivanja sa razaranjem sučeonog spoja konstrukcionog čelika dobijenog MAG postupkom zavarivanja.

Abstract – Weld control has a key importance in obtaining the sufficient quality level of this, the most widely used method of obtaining non-separable joints. The dominant significance in quality control belongs to destructive testing methods. Destructive testing comprises of macro testing, tensile, bend, impact energy and hardness testing. In this work, an example of destructive testing of a structural steel weld obtained with MAG process is shown.

Ključne reči: zavarivanje, MAG postupak, klasifikacija zavarenih spojeva.

1. UVOD

Zavarivanje predstavlja proces u kome se dva materijala spajaju u neraskidivu vezu. Ovaj proces može se ostvariti sa dodatkom dodatnog materijala ili bez dodatnog materijala. Zavareni spoj mora ispuniti zahteve koji su na početku definisani u tehnološkim zahtevima mora da ispunjava i određene estetske zahteve i naravno da ima zadate mehaničke osobine [1].

Kontrola zavarenih spojeva je veoma važna jer pri zavarivanju dolazi do velikih razlika u temperaturi u materijalima i može doći do pojave; prslina na površini i u unutrašnjosti zavara, nedovoljne dubine provara, šupljina izazvanih nedostatkom provara, . . . Ovakve pojave mogu se otkriti odmah i može se pristupiti otklanjanju istih.

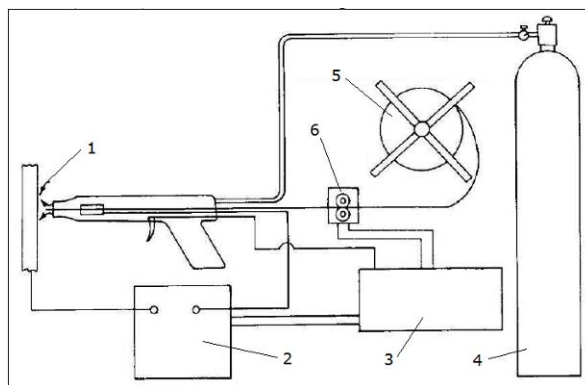
1.1 MIG-MAG postupak zavarivanja

Elektrolučno zavarivanje topljivom elektrodom u zaštitnom gasu (slika 1) je proces spajanja osnovnog i dodatnog materijala u električnom luku.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Sebastian Baloš.

Ako je zaštitni gas inertan (argon Ar, helijum He ili neka mešavina gasova koja se ponaša kao inertni gas) postupak se naziva MIG zavarivanje a zaštitni gas može biti i aktivan (CO₂ ili mešavina gasova koja ima funkciju kao aktivan gas) tada se taj postupak naziva MAG zavarivanje [2].



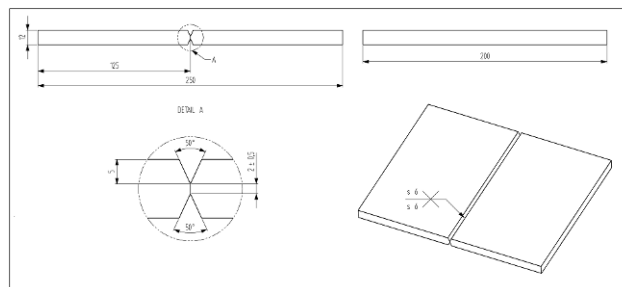
Slika 1 Elektro-lučno zavarivanje topljivom elektrodom u zaštitnom gasu [2]

1. Zaštitni gas
2. Izvor struje
3. Komandni ormar
4. Boca sa zaštitnim gasom
5. Kotur sa električnom žicom
6. Dovod žice

2. EKSPERIMENTALNI DEO

2.1. Zavarivanje maketa

Maketa predstavlja dve zavarene ploče u određenom položaju i određene debljine. Služi da proveriti kvalitete zavarenog spoja (slika 2).



Slika 2_Pripripremljene ploče za zavarivanje [3]

Zavarivanje je urađeno u skladu sa propisanim parametrima i režimima zavarivanja. Materijal je čelik S355MC. Hemijski sastav je prikazan u tabeli 1 a mehaničke osobine u tabeli 2.

Tabela 1 Hemijski sastav čelika S355MC

C	V	M _n	S _i	A ₁	N _b	P	S	T _i
0,12	0,2	1,5	0,03	0,015	0,09	1,5	0,02	0,15

Tabela 2 Mehaničke osobine čelika S355MC

R _{eH}	R _m	A _(min) (h<3)	A _(min) (h≥3)
355	430-550	19	23

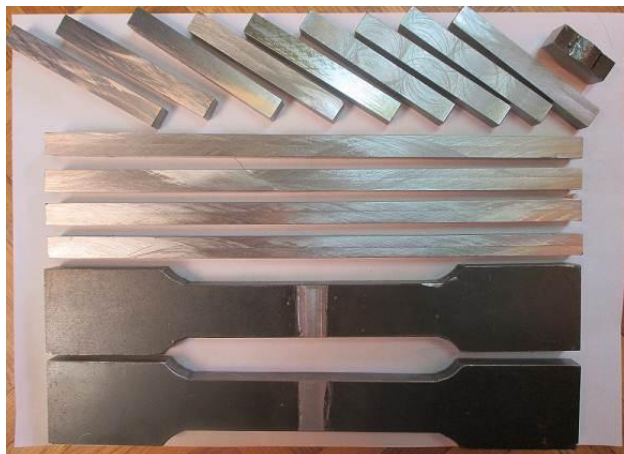
Na slici 3 prikazan je aparat korišćen za zavarivanje firme SAF-PRO, model SAFMIG 400 BLX.



Slika 3 Aparat za zavarivanje

Iz tri zavarene makete su isečene epruvete za eksperimentalna ispitivanja. Isecanje je izvršeno na testeri a kasnije je mašinskom obradom na glodalici postignuta željena dimenzija epruveta (slika 4).

Ovaj postupak je urađen po standardu ISO 15614-1 :2004 (E).



Slika 4 Uzorci

2.2. Mehanička ispitivanja

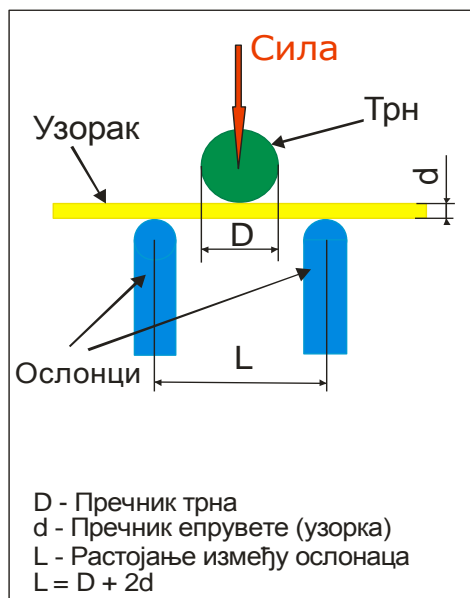
Ispitivanje izrađenih epruveta na: zatezanje, savijanje, energiju udara i makro ispitivanja izvršena su na Fakultetu Tehničkih Nauka u Laboratoriji za ispitivanje materijala na Departmanu za proizvodno mašinstvo, prema standardu SRPS ISO EN 15614-1.

2.2.1 Ispitivanje zatezanjem

Hidraulična kidalica na kojoj je izvršeno ispitivanje zatezanje tipa VEB 282/58. Nazivne dimenzije poprečnog preseka uzorka su: 12 x 25 x 100 mm.

2.2.2 Ispitivanje savijanjem

Mehanička kidalica na kojoj je izvršeno ispitivanje savijanjem je tipa VEB ZDM 5/91. Ispitivanje je izvršeno prema šemi prikazanoj na slici 5.



Slika 5 Šema ispitivanja savijanje

Dimenzije uzorka su: 12 x 10 x 250 mm, a ispitivanje je izvršeno preko boka uzorka (dva uzorka preko jednog i dva preko drugog boka). Ispitivanje je izvršeno do ugla od 180°.

2.2.3 Ispitivanje energije udara

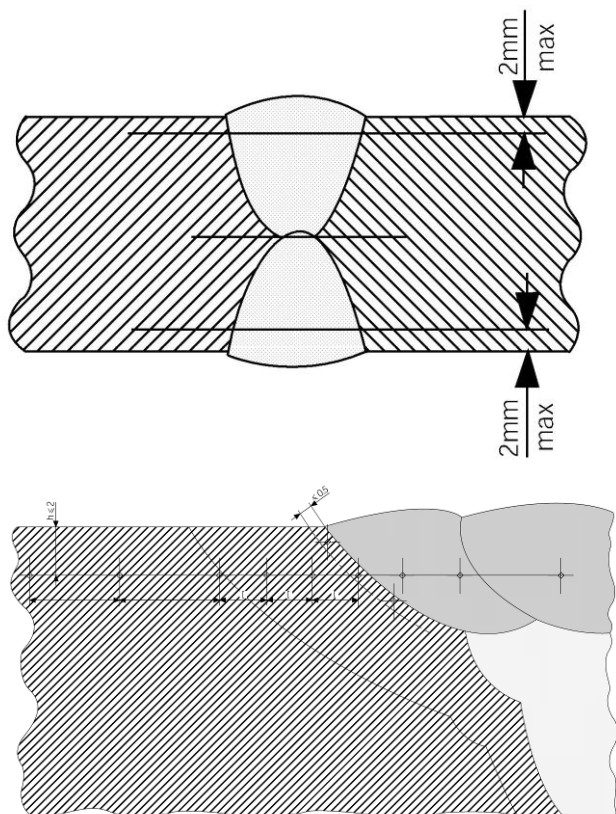
Za dinamičko ispitivanje energije udara materijala koristi se Šarpijevo klatno, tipa VEB PSW30. Dimenzije uzorka su: 10 x 10 x 55 mm, sa V-zarezom na sredini.

2.2.4 Makro ispitivanje zavara

Makro ispitivanje je izvršeno na uzorku pripremljenom na standardnoj opremi za pripremu metalografskih uzoraka Struers, uz naknadno nagrivanje Nitalom. Pripremljen je uzorak širine 30 mm.

2.2.5 Ispitivanje tvrdoće

Ispitivanje tvrdoće radi se po Vickersu na uređaju za ispitivanje tvrdoće VEB HPO-250, sa opterećenjem od 10 kg, prema šemi prikazanoj na slici 6.



Slika 6 Šema ispitivanja tvrdoće

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1 Ispitivanje zatezanjem

Lom materijala je nastao izvan zavarenog spoja i zone uticaja toplote, slika 7.



Slika 7 Prelomljena epruveta za ispitivanje zatezanjem

U tabeli 3 dati su rezultati mehaničkog ispitivanja zatezanjem u. Može se konstatovati da je dobijena vrednost zatezne čvrstoće u skladu sa vrednošću iz tabele koja se odnosi na osnovni materijal. Dobijeni rezultati pokazuju da je sa aspekta zatezanja zavareni spoj zadovoljavajućeg kvaliteta.

Tabela 3 Rezultati dobijeni ispitivanjem zatezanjem

Broj uzorka	Zatezna čvrstoća R_m [MP _a]	Masto nastanka loma:
1	502	Osnovni materijal
2	497	Osnovni materijal

3.2 Ispitivanje savijanjem

Pri savijanju nije došlo do pojave prsline (slika 9). Sa aspekta ispitivanja na savijanje preko boka zavareni spojevi zadovoljavaju po kvalitetu.



Slika 8 Savijene epruvete

3.3 Ispitivanje energije udara

Rezultati ispitivanja energije udara po Šarpiju dati su u tabeli 4.

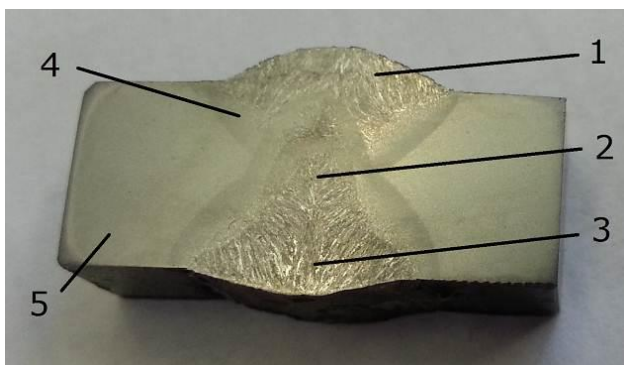
Razlike u energiji udara nastale u zonama; osnovnog materijala, zoni uticaja toplote i metalu šava su relativno male, te i ovo ispitivanje se može smatrati zadovoljavajućim.

Tabela 4 Rezultati dobijeni ispitivanjem energije udara

Mesto zatezanja	Broj komada	Vrednost energije udara [J]	Prosečna vrednost energije udara [J]
Osnovni mater.	1	207	192
	2	176	
	3	193	
Zona uticaja toplote	4	192	190
	5	186	
	6	194	
Metal šava	7	166	183
	8	198	
	9	186	

3.4 Makro ispitivanje

Pripremljen uzorak za makro ispitivanje prikazan je na slici 9: 1-prvi prolaz, 2-drugi prolaz, 3-treći prolaz, 4-zona uticaja toplote, 5-osnovni materijal. Na slici 10 se jasno uočavaju prolazi, zone uticaja toplote i osnovni materijal. Ne uključivaju se gasni ni nemetalni uključci, nepretopljena ivica i druge greške, te se smatra da je zavaren spoj adekvatnog kvaliteta



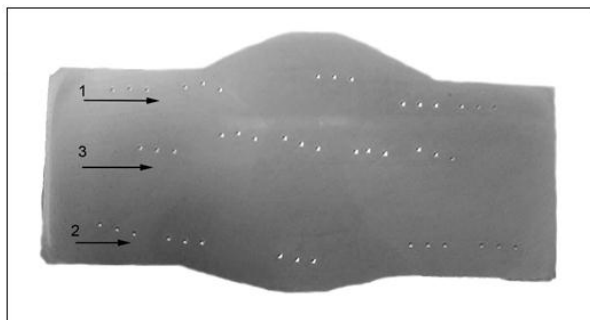
Slika 9 Makrostruktura zavarenog spoja

3.5 Ispitivanje tvrdoće

Rezultati dobijeni ispitivanjem tvrdoće.

1. Prolaz:
 - Osnovni materijal: 175, 176, 181
 - ZUT: 198, 189, 180
 - Metal šava: 196, 205, 197
 - ZUT: 181, 169, 170
 - Osnovni materijal: 181, 176, 179.
2. Prolaz:
 - Osnovni materijal: 175, 176, 185
 - ZUT: 181, 185, 180
 - Metal šava: 196, 198, 203
 - ZUT: 179, 171, 179
 - Osnovni materijal: 183, 178, 180.
3. Prolaz:
 - Osnovni materijal: 183, 175, 180
 - ZUT: 177, 175, 185
 - Metal šava: 175, 177, 179
 - ZUT: 170, 185, 170
 - Osnovni materijal: 182, 176, 180

Sve vrednosti su ispod 300HV, tako da se smatra da su rezultati ispitivanja tvrdoće zadovoljavajući. Izgled uzoraka prikazan na slici 10.



Slika 10 Uzorak nakon ispitivanja tvrdoće

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata izvršenog eksperimenta, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Zatezanje – dokazano je da je zatezna čvrstoća osnovnog materijala nešto manja od zatezne čvrstoće zone šava i zone uticaja toplote.
- Savijanje – nije došlo do pojave prslina.
- Energija udara – energija udara osnovnog i zavarenog dela su slične.
- Makro ispitivanja – nema greške u makro strukturi.
- Tvrdoća – dobijene su slične vrednosti osnovnog materijala, ZUT-a i metala šava.

Prema izvršenom ispitivanju zavareni spoj je zadovoljavajućeg kvaliteta prema standardu ISO EN 15614-1 što je rezultat pravilno postavljenih parametara i pravilno izvršenog postupka zavarivanja.

7. LITERATURA

- [1] Palić Vlastimir: Zavarivanje 1, Fakultet Tehničkih Nauka Novi Sad, 1987.
[2] Grupa autora, Zavod za zavarivanje, Postupci zavarivanja i oprema za zavarivanje, Beograd 2004.
[3] Priručnik za obuku zavarivača i bravara „LOHR“ Bačka Topola, 2016.
[4] Vidanović Ivan, Rečnik socijalnog rada, Autorsko izdanje, Beograd, 2006.

Kratka biografija:



Branko Stanar rođen u Srbobranu 1980. God. Master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti proizvodnog mašinstva – tehnologija zavarivanjem.



Sebastian Baloš rođen je u Somboru 1974. God. Doktorirao je na Fakultetu Tehničkih Nauka 2010. Godine iz oblasti Materijali i tehnologija spajanja. 2011 stekao zvanje docenta, a 2016. zvanje vanrednog profesora.

**UTICAJ OPTERECENJA MOTORA NA SLIKU NAPONSKOG STANJA KLIPNJAČE
INFLUENCE OF ENGINE LOAD ON STRESS STATE OF IC ENGINE CONNECTING ROD**

Alen Božin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – *Klipnjača motora sa unutrašnjim sagorevanjem je serijska komponenta izložena složenom opterećenju. Da bi se ispunili sve zahtevniji uslovi u industriji današnjice, odgovarajuća optimizacija klipnjače je neminovna što zahteva detaljno razumevanje primenjenog opterećenja i rezultujućih napona. U ovoj studiji obrađena je analiza opterećenja tipične klipnjače praćena kvazi-dinamičkom metodom konačnim elementima kako bi se dobio uvid u promenu napona tokom radnog ciklusa. Zaključeno je da su pored aksijalnih opterećenja na osnovu kojih se najčešće vrši testiranje konstrukcije klipnjače, prisutni i naponi savijanja kao i prostorno stanje napona u kritičnim segmentima dela.*

Abstract: *Internal combustion engine connecting rod is a high volume production component subjected to complex loading. Proper optimization of this component, so vigorously pursued by the industry in recent years, necessitates a detailed understanding of the applied loads and resulting stresses under working conditions. In this study, detailed load analysis under service loading conditions was performed for a typical connecting rod, followed by quasi-dynamic finite element analysis (FEA) to capture stress variations over a cycle of operation. It was found that even though connecting rods are typically tested and analyzed under axial loading and stress state, bending stresses are significant and a multiaxial stress state exists at the critical regions of connecting rod.*

Ključne reči: *Klipnjača, Klipni mehanizam, promenljivo opterećenje, Dinamička analiza, Metoda konačnih elemenata*

1. UVOD

U ovom radu je obrađena dinamička analiza opterećenja motora SUS. Cilj rada je videti kako promena opterećenja motora utiče na naponsko stanje klipnjače, kao jednog od ključnih elemenata klipnog mehanizma svakog motora SUS. Kako su motori SUS našli široku primenu, proizvode se masovno, te kako ih srećemo u svakodnevnom životu veoma je važno osigurati njihov bezbedan i pouzdan rad. Principijelno, motor SUS pretvara hemijsku energiju goriva u koristan mehanički rad. Usled procesa konverzije u motoru se javljaju sile generisane masom elemenata konstrukcije i sagorevanjem goriva [1]. Ove sile uzrokuju aksijalne napone i napone savijanja.

NAPOMENA:

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

Naponi savijanja se javljaju usled ekscentriciteta u klipnom mehanizmu, kolenastog vratila, deformacije zida i sile rotacionih masa. Dakle, mehanizam motora mora biti sposoban da primi aksijalna opterećenja tenzije i kompresije kao i napone savijanja prouzrokovane od strane usisa i potiska klipa kao i centrifugalne sile. Konstrukcija motora je složena upravo iz razloga njegovog rada u zahtevnim varijabilnim uslovima. Zbog gore navedenih uticajnih faktora, elementi motora SUS se podvrgavaju brojnim ispitivanjima. Ispitivanja se vrše sa aspekta tehnologije izrade, vrste materijala, simulacija performansi, zamora i dr.

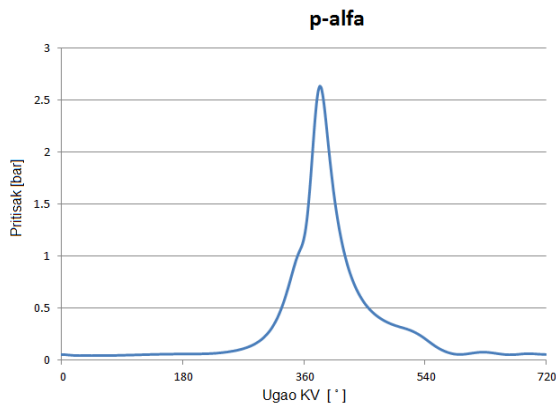
Zadatak master rada je bio analizirati performanse klipnjače motora SUS u cilju dobijanja slike raspodele opterećenja iste. Ovo obuhvata prikupljanje detaljnih podataka o raspodeli napona u klipnjači u funkciji opterećenja motora. Rezultati gorepomenute analize se mogu upotrebiti za kasniju optimizaciju komponenti motora SUS. Kako se motori SUS proizvode u velikim serijama, optimizacija bi rezultovala velikim uštedama. Optimizacija može biti usmerena ka smanjenju masa komponenti motora što bi automatski rezultovalo i umanjenjem inercijalnih opterećenja, smanjenjem teži ne motora kao i manjom potrošnjom goriva [2].

2. DINAMIČKA ANALIZA

Kao ulazni parametar za analizu dato je opterećenje mehanizma u vidu $p-\alpha$ dijagrama koji prikazuje zavisnost pritiska gasova koji deluju na čelo klipa od ugla kolenastog vratila, slika 1. Upotrebom softvera MSC Adams mogu se odrediti ugaona brzina i ugaono ubrzanje, kao i pravolinijsko ubrzanje i centar mase klipnjače. Slika 2 prikazuje promenu ugaone brzine i ugaonog ubrzanja centra mase klipnjače tokom jednog radnog ciklusa pri maksimalnoj brzini motora od 3000 o/min.

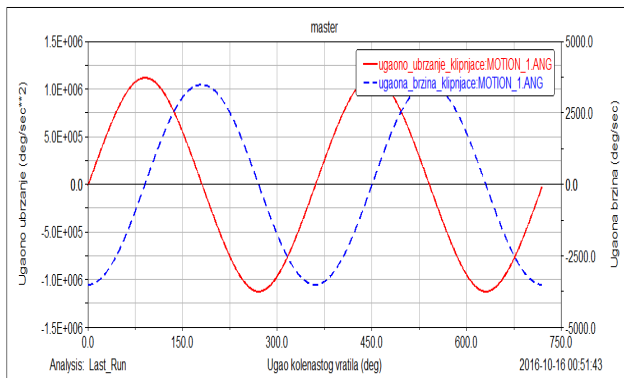
Promena ugaone brzine i ugaonog ubrzanja od 0° do 360° je identična promeni od 360° do 720° kolenastog vratila [2]. Trebalo bi napomenuti da je analiza sprovedena pod pretpostavkom da se kolenasto vratilo okreće konstantnom brzinom što dalje implicira da je ugaono ubrzanje kolenastog vratila izostavljeno iz analize napona. Bazirajući se na dobijene brzine i ubrzanja, inercijalno opterećenje i reakcione sile na krajevima klipnjače se mogu generisati i to za različite brzine motora.

U bilo kom trenutku tokom radnog ciklusa motora, sile koje su izmerene na krajevima klipnjače formiraju spoljašnje opterećenje, dok inercija formira unutrašnje opterećenje klipnjače. Napon koji se javlja u klipnjači sastoji se od dve komponente, napona savijanja i aksijalnog napona.



Slika 1. $p-\alpha$ dijagram

Napon usled savijanja zavisi od momenta savijanja koji je funkcija opterećenja u centru mase i normalan na longitudinalnu osu klipnjače, kao što su i ugaona i pravolinijske komponente ubrzanja takođe normalne na datu osu. Promene bilo koje od ove tri vrednosti na rastojanju od 0° do 360° su identične onima od 360° do 720° . Dakle, za bilo koju tačku na klipnjači, moment savijanja varira na isti način između 0° i 360° kao i između 360° i 720° ugla kolenastog vratila. Promena sile u aksijalnom pravcu se međutim ne menja po istom repetitivnom šablonu već tokom celog ciklusa od 720° ugla kolenastog vratila [2]. Razlog za to je taj što se sila gasa menja tokom celog ciklusa od 720° ugla kolenastog vratila. Na slici 3 i 4 prikazane su generisane sile u zglobovima male i velike pesnice klipnjače. Svaki od dijagrama sadrži po aksijalnu i normalnu komponentu sile kao i rezultantu dejstva.

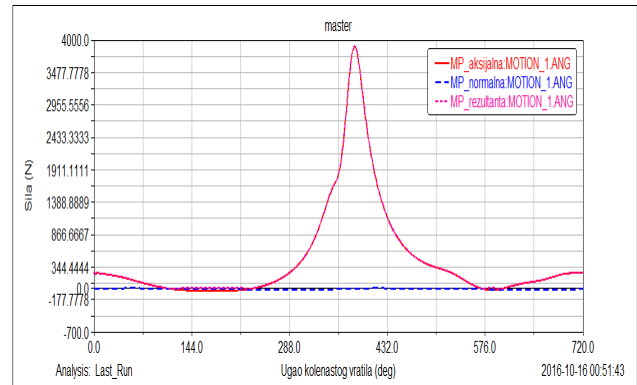


Slika 2. Ugaona brzina i ugaono ubrzanje klipnjače

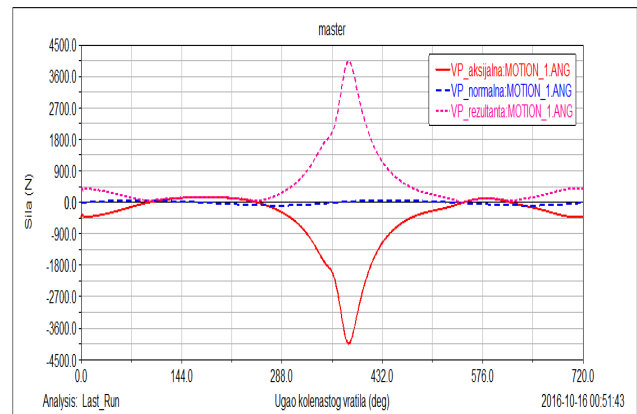
3. ANALIZA KONAČNIM ELEMENTIMA

Kreiranje koncepta odnosno dizajniranje bilo koje vrste mehaničkih komponenti i sistema omogućuju savremeni 3D softveri. Isti omogućavaju i analizu napona metodom konačnih elemenata. Dakle, klipni mehanizam iz naslova je kreiran u 3D softverskom paketu Autodesk Inventor Professional 2015-Student Version. Klipni mehanizam je slobodna interpretacija motora koji je u osnovi četverotaktni benzinski motor kosilice za travu jačine oko 3kW. Elementi su modelirani koristeći standardne 3D funkcije kao što su *extrude*, *revolve*, *chamfer* isl. Gabariti komponenti su generisani po sopstvenoj proceni u korelaciji sa izvorima preuzetim sa interneta i osnovnim

konstrukcionim normama po [3] sa tendencijom što realnijeg prikaza izvedenog rešenja motora.

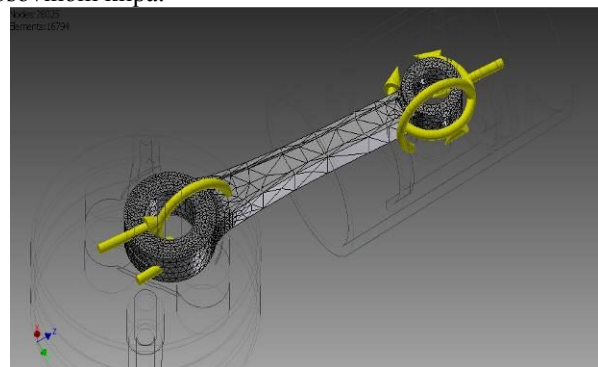


Slika 3. Aksijalna, normalna i rezultantna sila u maloj pesnici



Slika 4. Aksijalna, normalna i rezultantna sila u velikoj pesnici

Da bi se izvršila strukturalna analiza ponašanja klipnjače pri realnim radnim uslovima, potrebna je kvazi-dinamička analiza konačnim elementima. Klipnjača je transformisana u mrežu konačnih elemenata u softveru Autodesk Inventor 2015, slika 5. Konačni elementi su parabolno tetraedarskog oblika sa uniformnom dužinom globalnih elemenata od 1.5 mm i lokalnom dužinom elemenata od 1 i 0.5 mm. Ukupan broj konačnih elemenata klipnjače iznosi 16794, a broj čvorova je 28025 [4]. Kako klipnjača mora imati dug vek trajanja, svi naponi moraju biti u opsegu elastičnih deformacija, što i jeste slučaj. U analizu konačnih elemenata klipnjače, ušle su u obračun izmerene sile u oba kraja klipnjače, kako u zglobu sa kolenastim vratilom, tako i u zglobu sa osovinom klipa.



Slika 5. Mreža konačnih elemenata klipnjače

3.1. Rezultati ispitivanja

Physical

Mass	0.855229 kg
Area	70993.7 mm ²
Volume	151990 mm ³
Center of Gravity	x=-0.0255563 mm y=-0.0184237 mm z=21.4112 mm

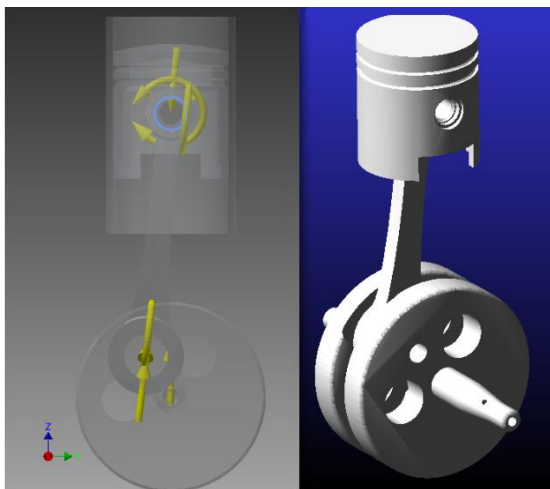
Mesh settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0.1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0.2
Grading Factor	1.5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	No
Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Material(s)

Name	Steel, Alloy	
General	Mass Density	7.73 g/cm ³
	Yield Strength	250 MPa
	Ultimate Tensile Strength	400 MPa
Stress	Young's Modulus	205 GPa
	Poisson's Ratio	0.3 ul
	Shear Modulus	78.8462 GPa
Part Name(s)	klipnjaca final.ipt	

Slika 6. Isečak izveštaja sa karakteristikama simulacije i materijala klipnjače

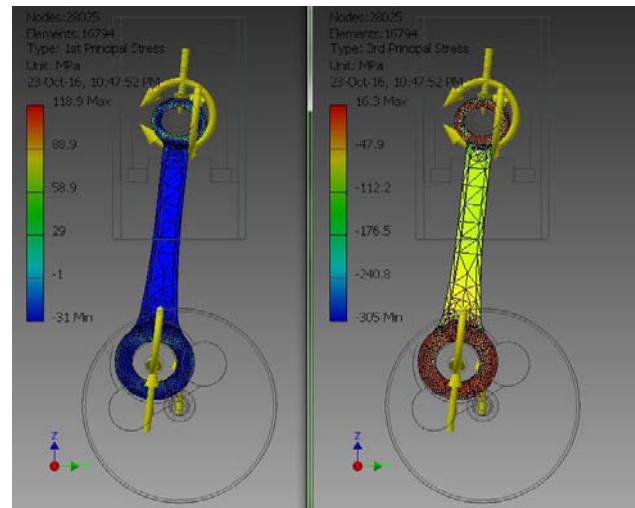


Slika 7. Prikaz 3D modela klipnog mehanizma u Inventoru (levo) i Adamsu (desno)

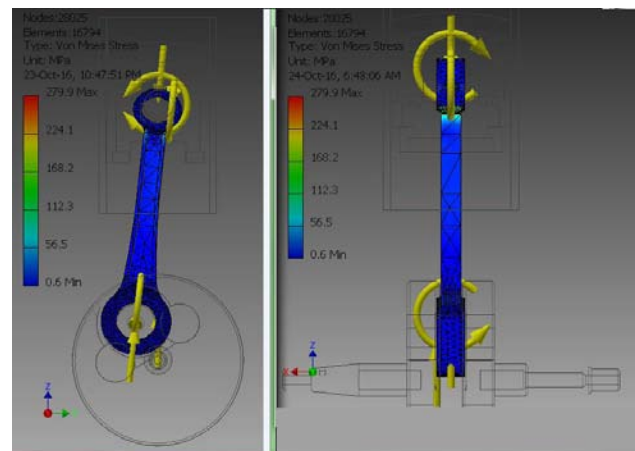
Na slikama 6 i 7 prikazan je 3D model mehanizma sa navedenim fizičkim karakteristikama za dati materijal (legirani čelik) kao i parametri mreže (*mesh*) konačnih elemenata generisanih u Inventoru.

Na slikama 8 i 9 prikazani su maksimalni naponi u položaju kolenastog vratila (384°) kojem odgovara najveća sila (3734.6 N) odnosno pritisak iz p-α dijagrama (26.3 bar).

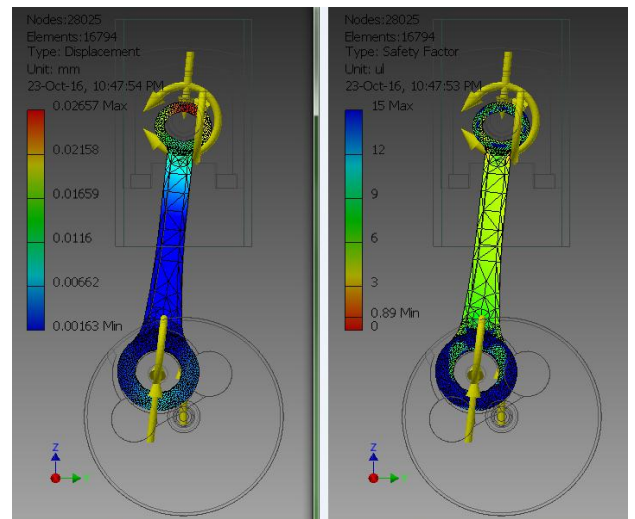
Na slici 10 levo, prikazana je veličina deformacije odnosno vrednost za koju se izvesna tačka pomeri u odnosu na svoj matični položaj dok je na slici desno prikazan stepen sigurnosti klipnjače na osnovu kojeg se zaključuje da klipnjača može podneti dato opterećenje.



Slika 8. Napon istezanja (levo) i napon sabijanja (desno) klipnjače



Slika 9. Von Misesovi naponi u klipnjači



Slika 10. Pomeranje tačaka (levo) i sigurnosni faktor (desno)

6. ZAKLJUČAK

Motor SUS je izložen složenom opterećenju koje potiče od sabijanja usled procesa sagorevanja kao i istezanja usled inercije, stoga izdržljivost njegovih komponenti je od presudnog značaja.

Cilj rada bio je pokazati postupak dinamičke analize metodom konačnih elemenata i proveriti kako promena

opterećenja motora utiče na naponsko stanje klipnjače, jednog od ključnih elemenata klipnog mehanizma svakog motora SUS. Poenta rada je bila zapravo proveriti sigurnost konstrukcije i doprineti njenoj eventualnoj optimizaciji. Isti pristup analize se generalno može primeniti za bilo koji mehanički element. Radno opterećenje mehanizma sastoji se iz opterećenja sabijanja usled pritiska gasa u cilindru i promenljivog zateznog opterećenja usled inercije. Kvazi-dinamička analiza konačnim elementima je sprovedena za izračunavanje deformacija i napona u klipnjači. Isti podaci se dalje mogu upotrebiti i za proračun radnog veka klipnače. Maksimalni naponi su ispod vrednosti plastičnih deformacija što znači da je konstrukcija sigurna. Maksimalne vrednosti napona zabeležene su u maloj pesnici između klipa i klipnjače dok su minimalne vrednosti napona zabeležene u velikoj pesnici.

4. LITERATURA

- [1] T. Torović i T. Antić, "*Osnovi motora SUS*", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1997.
- [2] P.S. Shenoy, "*Dynamic Load Analysis and Optimization of Connecting Rod*", The University of Toledo, Maj 2004.
- [3] N. Nikolić, "*Uputstvo za proračun elemenata klipnog mehanizma*", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [4] J. Vladić, N. Babin, N. Brkljač, R. Šostakov: "*Metalne konstrukcije*", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.

Kratka biografija:

Alen Božin rođen je u Somboru 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva odbranio je 2016.god.

PRIMENA ENERGETSKIH STUBOVA I PODNOG GREJANJA / HLAĐENJA U
DISTRIBUTIVNOM CENTRU SA ANALIZOM PERIODA OTPLATEAPPLICATION OF ENERGY PILES WITH FLOOR HEATING / COOLING IN
DISTRIBUTION CENTER WITH ANALYSIS OF REPAYMENT PERIOD

Erich Alaker, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – MAŠINSTVO

Kratka sadržaj – U ovom radu prikazano je korišćenje termo-aktivnih temeljnih stubova (energetski stub) u funkciji sa toplotnom pumpom i podnim grejanjem i hlađenjem distributivnog centra. Urađeno je i dimenzionisanje sistema stubova i podnog grejanja / hlađenja, kao i detaljna tehno-ekonomska analiza grejanja skladišnog prostora za različite tipove izvora, sistema i energenata.

Abstract – This paper presents the use of thermo-active foundation piles (energy piles) with underfloor heating and cooling system in distribution center. Dimensioning of energy piles and underfloor system has been made for distribution center, as well as detail techno-economic analysis of heating application in storage room for different types of sources, systems and energy sources.

Ključne reči: Energetski stub, industrijsko podno grejanje i hlađenje, period otplate

1. UVOD

U modernoj visokogradnji se zbog statike kod slabonosećih zemljišta primenjuju građevinski šipovi u temeljima građevinskih objekata. Kada se u ove šipove integrišu kolektorski vodovi za korišćenje površinske geotermije onda se oni nazivaju energetskim stubovima. Prilikom korišćenja geotermalne energije kroz vertikalno položene energetskih stubova u kome cirkuliše medijum za transport toplotne energije, pri čemu se napaja geotermalnom energijom i istu prenosi u toplotnu pumpu, gde se tako dobijena energija podiže na temperaturni nivo neophodan za grejanje.

Kod hlađenja je proces obrnut, oduzeta toplota iz objekta predaje se preko toplotne pumpe medijumu za transport toplotne energije koja odaje tu toplotu Zemlji. Sa druge strane, sistem industrijskog podnog grejanja odnosno hlađenja, sa visokim stepenom zračenja toplote i nizak temperaturni profil obezbeđuju niske i prihvatljive troškove eksploatacije. Oni danas predstavljaju jedan od najprikladnijih dvofunkcijskih sistema, koji se koristi kako za grejanje tako i za hlađenje prostora. Ova dva sistema u kombinaciji sa toplotnom pumpom danas predstavljaju možda i najekonomičniju i bezbedne sisteme grejanja i hlađenja, posebno u slučaju kada se oni koriste za grejanje i hlađenje isto.

NAPOMENA:

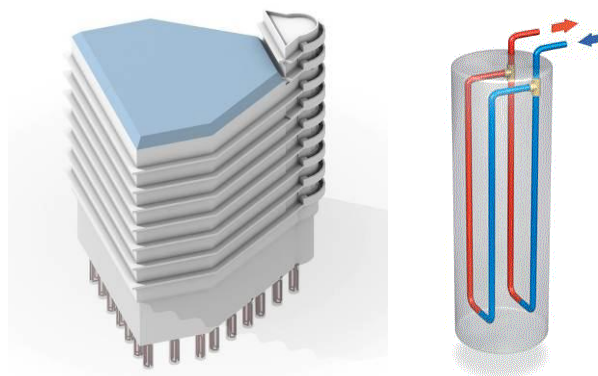
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Jovan Petrović.

2. ENERGETSKI STUBOVI

Energetski stub nastaje tako što se u temeljni stub ugrađuje kolektorska cev u kojoj kruži fluid (nosioc toplote). Ovakav sistem radi na principu izmenjivača toplote. Toplota zemlje je absorbovana i transportovana u objekat preko fluida (mešavina vode i glikola) koji cirkuliše u cevima ugrađenim u stubovima.

Energetski stub treba da ispuni dve funkcije. Glavna funkcija jeste prenos opterećenja od konstrukcije objekta na tvrde slojeve ispod zemljine površine. Druga funkcija je da se on ponaša kao medijum za razmenu toplote između zemlje i objekta.

Pri korišćenju temeljnog stuba kao termo-aktivnog energetskog stuba, nosivost stubova ni u kom slučaju ne sme biti poremećena.



Slika 1. Ilustracija objekta sa energetskim stubovima

2.1. Dimenzionisanje sistema energetskih stubova

U osnovi, broj energetskih stubova usloven je građevinskom konstrukcijom, odnosno određen broja temeljnih stubova koje su potrebni za stabilnost građevinske konstrukcije.

Prenos toplote između stuba i zemlje obavlja se preko mehanizma kondukcije i konvekcije.

Razmenjena toplota u stubu jednaka je:

$$Q_{tot} = m \cdot c_{fluida} \cdot (t_{ulaz} - t_{izlaz}) \quad (1)$$

Sistem se dimenzioniše na osnovu časova godišnjeg rada toplotne pumpe, i zavisi od vrste stuba kao i od međusobnih uticaja stubova. Iz iskustvenih podataka, za orijentisani proračun energetskih aspekta, za tanje stubove mogu se uzeti vrednosti iz tabele 1. ili za stubove većeg prečnika sledeće vrednosti:

Prečnik stuba $D = > 0,6 \text{ m}$: 35 W/m^2

Kvalitet zemlje:	1800h/god.	2400 h/god.
Zemljište lošeg kvaliteta	25 W/m	20 W/m
Zemljište srednjeg kvaliteta	60 W/m	50 W/m
Zemljište dobrog kvaliteta	84 W/m	70 W/m

Tabela 1. Okvirni podaci o vrednostima toplotnih kapaciteta dobijenih za različite tipove tla

Utvrđivanje stvarnih energetske kapaciteta se vrši „thermal response“ testom.

3. PODNO GREJANJE I HLAĐENJE

Kod sistema industrijskog podnog grejanja cevi nalaze se unutar betonske ploče, pri tome ne postoji potreba za njihovim održavanjem, uz veliku slobodu korišćenja prostora.

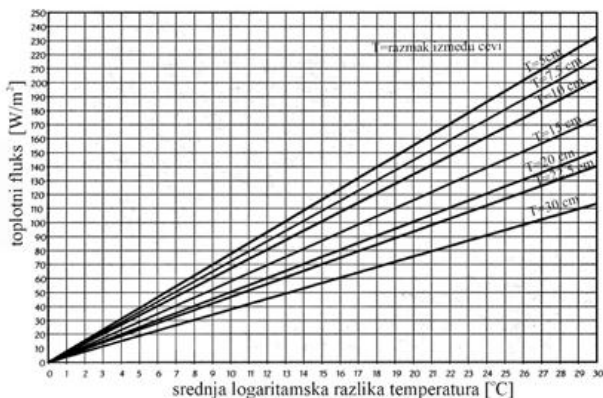
Niske temperature vode u razvodu omogućavaju primenu alternativnih energija i / ili iskorišćenje otpadne toplote. Dakle industrijsko površinsko grejanje objedinjuje niske investicione troškove i troškove eksploatacije sa povoljnim temperaturnim profilom.



Slika 2. Postavljanje cevi za površinsko grejanje/hlađenje u jednoj industrijskoj hali

3.1. Dimenzionisanje sistema

Polazna tačka dimenzioniranja sistema je grejno opterećenje. Na osnovu potrebnog specifičnog toplotnog fluksa, ocenjivanje radnih parametara industrijskog površinskog grejanja sledi uz pomoć dijagrama snage u funkciji srednje logaritamske razlike temperature grejne vode. Dijagrami su napravljeni prema EN 1264.



Dijagram 1. Zavisnost toplotnog fluksa pada na osnovu razmaka između cevi grejne cevi i srednje logaritamske razlike temperature

Način korišćenja industrijske hale, odnosno saobraćajna i korisna opterećenja koji su rezultat toga, ne utiču na dimenzionisanje grejanja industrijskih površina, već samo na statičko dimenzionisanje podne ploče.

Iz tog razloga konstrukciju betonske podne ploče, uzimajući u obzir gore navedena opterećenja, kao i kvalitet podloge i dubinu podzemnih voda, dimenzioniše statičar.

Statičar takođe određuje položaj grejnih cevi u podnoj ploči i raspored fuga.

4. PRIMER DISTRIBUTIVNOG CENTRA SA ENERGETSKIM STUBOVIMA U FUNKCIJI SA TOPLOTNOM PUMPOM I PODNIM GREJANJEM / HLAĐENJEM

Primer sistema sa energetske stubovima, toplotnom pumpom i površinskim (podnim) sistemom grejanja / hlađenja prikazano je u visoko regalnom skladišnom prostoru bruto korisne površine 28.100 m², od koga skladišni prostor zauzima 25.700 m².

Na osnovu ukupnih toplotnih gubitaka i dobitaka, instaliranih snaga i proračuna energetske stubova se vršio izbor izvora toplotne i rashladne energije.

Toplotno opterećenje distributivnog centra:

Toplotni gubici objekta:	1126	kW
Instalisana snaga grejanja:	1336	kW
Toplotni dobitci objekta:	553	kW
Instalisana snaga hlađenja:	615	kW

Tabela 2. Rezultati grejnog i rashladnog opterećenja objekta

Kapaciteti na energetske stubovima i snage na izlazu toplotne pumpe:

Grejni kapacitet energetske stubova:	496,2	kW
Grejni kapacitet toplotne pumpe:	620	kW
Rashladni kapacitet energetske stubova:	330,8	kW
Rashladni kapacitet toplotne pumpe:	525	kW

Tabela 3. Kapaciteti grejanja i hlađenja preko geotermalnog izvora

Pošto je preko geotermalnog sistema moguće pokriti svega 46% grejnog opterećenja, kao dopunski sistem grejanja izabran je gasni kondenzacioni kotao nazivne toplotne snage 720 kW. Rashladni kapacitet geotermalnog sistema zadovoljava potrebni rashladni kapacitet.

5. TEHNOEKONOMSKA I UPOREDNA ANALIZA SISTEMA GREJANJA SKLADIŠNOG PROSTORA

Analiza je obrađena za sistem zagrevanja skladišnog prostora cca. 25.700 m². Pri tome, analiza je izvršena na osnovu različitih izvora, sistema i energenata, u monovalentnim i bivalentnim režimima.

Izvori:

I1 Gasna kotlarnica	I4 TP voda – geosonde
I2 TP vazduh	I5 Biomasa
I3 TP voda – en.stubovi	

Sistem:

P1 Kaloriferi	P3 Podno bez izolacije
P2 Zračni paneli	P4 Podno sa izolacijom

Energent:

E1 Pirodni gas	E3 TP voda
E2 TP vazduh	E4 drvo, sečka, pelet

Za referentni sistem tehno-ekonomske analize izabran je monovalentno rešenje sa gasnim kotlom na prirodni gas sa kaloriferskim grejanjem.

Iz rezultata tehno-ekonomske analize se vidi da je najkraći rok isplativosti sa bivalentnim rešenjem: toplotna pumpa (sa energetskim stubovima) – gasni kondenzacioni kotao. Rok isplativosti navedenog načina grejanja skladišnog prostora sa podnim grejanjem bez izolacije pada je oko 9 godina (sa izolacijom je 15 godina). Rok isplativosti sistema grejanja skladišnog prostora sa kaloriferskim grejanjem je 8 godina.

Uzimajući u obzir da je kod kaloriferskog grejanja potrošnja električne energije za ventilatore dosta značajna, smatramo da je sistem podnog grejanja energetski najopravdaniji. Mimo toga podno grejanje ima i druge prednosti kao npr: temperaturni profil kroz presek hale je konstantan, gubici prema krovu su najmanji, temperaturni horizontalni profil je najravnomerniji, niskotemperaturni režim grejanja, bez troškova održavanja.. i.t.d. Opisani sistem je pogodan i za podno hlađenje (pasivno odnosno aktivno).

6. ZAKLJUČAK

Broj energetskih stubova je uslovljen građevinskom konstrukcijom a to često ne ispunjava energetske aspekte. Ovim sistemom energetskih stubova nije moguće obezbediti potrebnu količinu toplotne energije za grejanje objekta.

Sistemom energetskih stubova se obezbeđuje 40% od potrebnog ukupnog kapaciteta, međutim eksploatacija toplotne pumpe na godišnjem nivou dostiže i vrednost od 80%, a samo za razliku i za vršna opterećenja se koristi drugi izvor energije.

Moguće je obezbediti svu potrebnu količinu toplote od geotermalnih izvora preko dodatnih termo-aktivnih površina (npr. termo-aktivnog temeljnog zida - diafragma) ili preko dodatnih geotermalnih sondi, ali to (sa sondama) značajno poskupljuje početne investicije a time i period odplate sistema.

Iz ovih razloga smatram da je bivalentno rešenje toplotne pumpe (sa energetskim stubovima) i gasnog kotla isplativija alternativa nad konvencionalnim sistemima uz velike novčane uštede nakon 9 godina a što je najvažnije i u emisiji produkata sagorevanja gasovitog goriva za 70-80% .

Sa rešenjem toplotna pumpa - gasni kotao - podno grejanje godišnji troškovi su 50-55% manji od rešenja gasni kotao - kaloriferi. Na ovaj način ušteda na godišnjem nivou iznosi cca. 30.000 €.

Investiciona ulaganja u kolektorske cevi i prateću opremu do toplotnih pumpi su prihvatljivi (~300 €/kW), međutim pravilno izvođenje je veliki izazov i zahteva stručnu spremnost, licenciranu firmu i kvalitetnu mehanizaciju....

Cena podnog grejnja (bez podne izolacije) je za 1-2 € skuplja po m² od kaloriferskog sistema ali zbog mnogobrojnih prednosti smatram da je opravdano njegovo korišćenje.

Korišćenje ovih sistema su pogotovo opravdane ako se oni koriste i za grejanje i za hlađenje. Pri uravnoteženom godišnjem balansu grejanja i hlađenja i posle više godina možemo obezbediti čistu i jeftinu toplotnu energiju za grejanje i hlađenja objekta.

7. LITERATURA

- [1] Vladimir Janković, Geotermalna energija: Kako iskoristiti skriveni potencijal Srbije; Beograd, Novembar 2009.
 - [2] Carles Pérez Carvera, Ground thermal modelling and analysis of energy pile foundations, Espoo, 2013
 - [3] Rehau, Geothermal energy in combination with heat pump and examples of practice
 - [4] H. Recknagel sa grupom autora: Grejanje i klimatizacija; Interklima, Vrnjačka Banja, 05/06.
 - [5] Zoltan Alfaši, Tehnoekonomska analiza opravdanosti primene različitih tipova toplotnih pumpi za grejanje, Diplomski – Master rad, Novi Sad, 2015
 - [6] Uponsor: Ground energy technical information, 1059495 - 05/2012 ME - Änderungen vorbehalten
 - [7] magyar szoveg
 - [8] M. Bogner, M. Miladinović: Površinsko grejanje i hlađenje; ETA, Beograd, 2009.
 - [9] Hörmann; Moderna logistika sa inteligentnim sistemom pristajanja, Pretovarna tehnika, HF 86278 SR, 04/2011
- Internet stranice:
- [10] <http://www.sequentdoo.com/geotermija.html>
 - [11] <http://www.rehau.com/rs-sr/gradjevinarstvo/obnovljivi-izvori-energije/geotermija/raugeo-energetski-stub#tab1>

Kratka biografija:



Erich Alacker rođen je u Subotici 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Energetika i toplotna tehnika, termoenergetika, odbranio je 2016. god.



Jovan Petrović doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god., a od 2012 je u zvanju vanredni profesor. Oblast interesovanja je energetika i energetski menadžment.

UNAPREĐENJE TEHNOLOŠKE PRIPREME PROIZVODNJE ALATA ZA INJEKCIONO PRESOVANJE TERMOPLASTA U PREDUZEĆU „MIKRON“

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGICAL PREPARATION OF PRODUCTION FOR THERMOPLASTIC INJECTION MOLDS IN THE COMPANY "MIKRON"

Milan Jovičić, Dejan Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

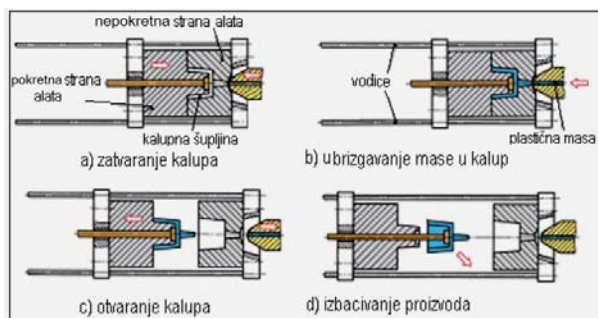
Kratak sadržaj – Osnovni cilj istraživanja u ovom radu odnosi se na unapređenje sistema tehnološke pripreme proizvodnje alata za injekciono presovanje plastike u okviru proizvodnog sistema „Mikron“, sa akcentom na računarom podržano projektovanje ovih alata i tehnoloških procesa njihove izrade.

Abstract – The main objective of research in this paper refers to the improvement of the system for technological preparation of production plastic injection molds within the "Mikron" production system, and with emphasis on the automated design of these molds and their manufacturing process planning.

Cljučne reči: Alati za injekciono presovanje, Standardizacija, Tehnološka priprema proizvodnje

1. UVOD

Injekciono presovanje - brizganje uz ekstrudiranje i duvanje predstavlja najrasprostranjeniju metodu proizvodnje proizvoda od plastike [1]. Tačno određenakoličina termoplasta ubrizgava se pod pritiskom i plastificira u posebnom cilindru prese, a zatim ubrizgava kroz mlaznicu u kalup pod visokim pritiskom od 500 do 3000 bara, a ponekad i većim. Tipična temperatura za oblikovanje termoplasta je između 150°C i 350°C. Nakon hlađenja otvara se alat i izbacuje gotov proizvod, slika 1. Plastificirana masa treba što pre da popuni kalup, a pritisak i temperatura da budu ujednačeni da bi se postigla jednaka struktura, sa manjim naponima i deformacijama proizvoda. Primena injekcionog presovanja se preporučuje za serijsku proizvodnju sa viskom proizvodnošću jer su mašina, alat i druga oprema veoma skupi [2].



Slika 1. Injekciono presovanje termoplasta

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dejan Lukić, docent.

Osnovne pogodnosti izrade proizvoda od plastike tehnologijom injekcionog presovanja su ušteda materijala, kratko vreme ciklusa proizvodnje, konačno oblikovan proizvod pogodan za upotrebu i montažu sa visoko tačnim dimenzijama, estetski proizvod u željenim bojama, i dr. Osnovni predmet istraživanja se odnosi na unapređenje sistema tehnološke pripreme proizvodnje alata za injekciono presovanje u okviru proizvodnog sistema „Mikron“. Iako je prevashodni cilj racionalizacija i unapređenje projektovanja tehnoloških procesa izrade ovih alata, kao prirodno nadovezalo se pitanje racionalizacije projektovanja ovih alata primenom savremenih CAx programskih sistema i odgovarajućih sistema njihove standardizacije. Jedan od ciljeva je bio i veća upotreba savremenih NC obradnih sistema u procesu izrade alata kao i odgovarajućih savremenih programskih sistema za generisanje upravljačkih programa.

2. ALATI ZA INJEKCIONO PRESOVANJE TERMOPLASTA

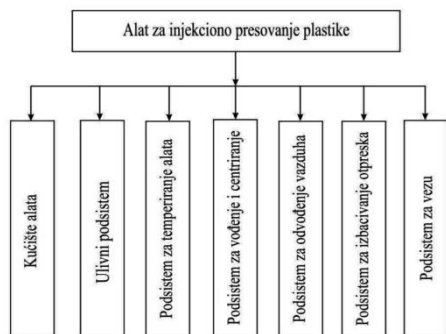
U procesu proizvodnje proizvoda od plastike tehnologijama injekcionog presovanja, centralni deo sistema predstavlja alat, odnosno kalup, kome su podređeni svi ostali delovi posmatranog sistema. Alat predstavlja proizvod povišenog stepena tačnosti i kvaliteta, zbog čega se njegovom projektovanju i izradi posvećuje posebna pažnja [3].

Prema [2, 4] osnovni zadaci alata su:

- **Tehnološki:** u jednom radnom ciklusu potrebno je preuzeti rastopljen plastomer, razdeliti ga, popuniti šupljine kalupa, prevesti ga u čvrsto stanje (hlađenje) i izbaciti proizvod.
- **Konstruktivski:** treba preuzeti sile bez deformacija, osigurati potrebna savijanja alata pri otvaranju, zatvaranju i izbacivanju proizvoda, te osigurati tačno vođenje delova alata.
- **Funkcionalni:** ulivni sistem, sistem oblikovanja, temperiranje (hlađenje ili grejanje), izbačivački sistem, vođenje i centriranje, prihvatanje na mašinu za brizganje, prihvatanje opterećenja i prenos potrebnog savijanja.

Alat, odnosno kalup je namenski deo sistema za injekciono presovanje plastike i uglavnom služi za proizvodnju jedne vrste proizvoda, odnosno odlivka. U procesu projektovanja alata, teži se ispunjavanju što većeg broja funkcija alata, uz što manji broj elemenata koji ga čine. Pri tome, kada je moguće koriste se standardni elementi alata.

Alat za injekciono presovanje se može rasčlaniti na podsisteme neophodne za njegovo funkcionisanje, slika 2.



Slika 2. Podsistemi alata za injekciono presovanje

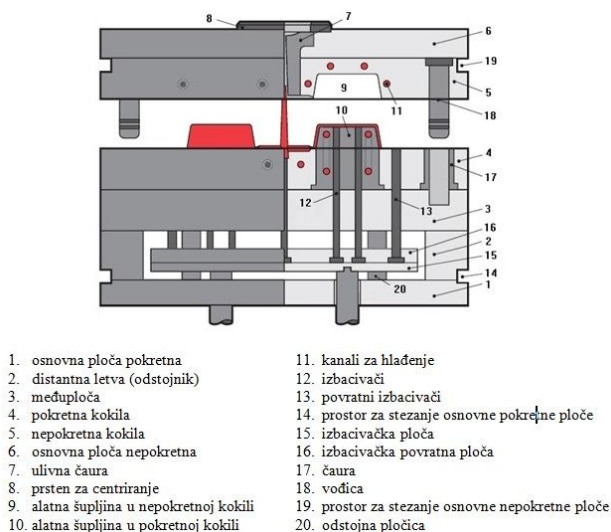
2.1. Standardizacija alata za injekciono presovanje

Svi delovi, odnosno pozicije alata za injekciono presovanje-brizganje plastike mogu se standardizovati, odnosno tipizirati, osim delova koji neposredno zavise od oblika odlivka, kao što su kalupne šupljine, otvori za izbacivače, otvori za temperiranje, itd. Međutim i pored ovih specifičnosti, delovi alata na kojima se oni nalaze mogu se standardizovati sa svim ostalim tipskim elementima, dok se navedeni specifični elementi mogu naknadno izraditi.

Zbog velike potražnje proizvoda od plastike, a samim tim i alata za njihovu proizvodnju brizganjem, veliki broj proizvodnih sistema poput D-M-E, Hasco, Meusberger i dr. sprecijalizovali su se za izradu standardizovanih alata, odnosno pojedinih standardnih delova alata, koji se prema svojoj funkciji mogu podeliti u više grupa [2, 3, 4]:

- Standardni delovi kućišta alata,
- Standardni delovi za vođenje i centriranje alata,
- Standardni delovi izbacivačkog podsistema alata,
- Standardni delovi ulivnog podsistema alata,
- Standardni delovi podsistema za hlađenje alata, i
- Ostali standardni delovi alata.

Na slici 3 dat je opšti prikaz jednog standardnog alata normalne izvedbe sa prikazom osnovnih standardnih elemenata sa alatnom šupljinom, ulivnim podsistemom, podsistemom za temperiranje i sl.



Slika 3. Alat sastavljen od standardizovanih delova [5]

Na slici 4. je prikazano kućište sa standardnim delovima i njihovim oznakama prema internoj klasifikaciji koja se bazira na D-M-E standardu.



Slika 4. Standardno kućište alata za injekciono presovanje plastike

2.2. Standardizacija materijala za delove kućišta alata

Alati za injekciono presovanje plastike uglavnom su namenjeni za dobijanje velikih količina proizvoda od plastike u kratkom vremenskom periodu. Tako da postojanost alata, kao jedna od glavnih mera njegovog kvaliteta, u velikoj meri zavisi od izbora materijala pojedinih delova alata, pri čemu se smatra da je najvažniji zadatak izbor kvalitetnih materijala za radne delove alata. Radni delovi alata obično se izrađuju od kvalitetnih čelika, kao što su alatni ugljenični i legirani čelici, dok se ostali delovi izrađuju od konstrukcionih nelegiranih i ugljeničnih čelika.

Za izradu konstrukcionih pločastih delova, odnosno nepokretnih i pokretnih steznih ploča, međuploča, izbacivačkih ploča, nosača izbacivačkih ploča i distantnih letvi najčešće se koriste ugljenični čelici za poboljšanje, kao što su Č.1530 i Č.1730. Dok se za izradu izbacivačkih ploča, nosača izbacivačkih ploča i distantnih letvi koriste i konstrukcioni čelici poput Č.0545, Č.0645, itd. Za izradu kokila koriste se visokolegirani čelici Č.4770 (X55CrMo4), Č.4175 (X43Cr13), i dr.

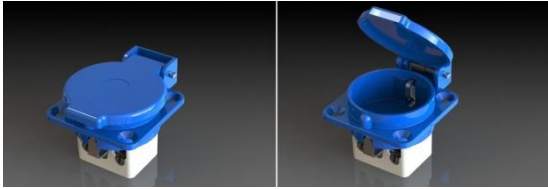
3.0 PROJEKTOVANJE STANDARDNIH TEHNOLOŠKIH PROCESA IZRADE DELOVA ALATA

Projektovanje tehnoloških procesa izrade je kompleksan i odgovoran posao koji zahteva poznavanje modernih metoda obrade, mašina, alata, pribora i merila, kao i metoda pomoću kojih će se doći do optimalnih rešenja tehnoloških procesa izrade proizvoda. Potrebni ulazni podaci za projektovanje tehnoloških procesa su: definisani crtež/model proizvoda, podaci o obimu proizvodnje, podaci o raspoloživim proizvodnim resursima, kao i drugi tehnički zahtevi. Izlazne podatke iz funkcije projektovanja tehnoloških procesa čini tehnološka dokumentacija koja se sastoji od sadržaja tehnološkog procesa, karti operacija obrade, upravljačkih programa za operacije na NC mašinama i dr [3].

U savremenim proizvodnim sistemima mašinske industrije, tehnološka priprema proizvodnje se mora zasnivati na primeni savremenih sistema projektovanja tehnoloških procesa koji baziraju na naučnim prilazima i informacionim tehnologijama. U cilju unapređenja tehnološke pripreme proizvodnje alata za injekciono presovanje u posmatranom preduzeću projektovani su standardni tehnološki procesi izrade delova kućišta alata, koji se baziraju na principima tipske tehnologije, odnosno odgovarajući tipski tehnološki procesi [6].

4.0 TEHNOLOŠKA PRIPREMA PROIZVODNJE ALATA ZA INDUSTRIJSKU UTIČNICU

Unapređenje načina funkcionisanja tehnološke pripreme proizvodnje alata za injekciono presovanje u posmatranom preduzeću prikazano je na primeru alata za injekciono presovanje - brizganje plastike kućišta i poklopca industrijske utičnice (Slika 7).

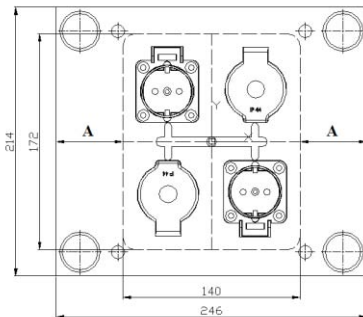


Slika 5. 3D model inustrijske utičnice

Na osnovu ulaznih podataka koji se odnose na oblik plastičnog proizvoda, godišnji obim proizvodnje, vrstu materijala i dr. definisani su osnovni podaci o alatu, kao što su: *Pravougaoni (prizmatični) oblik alata, Alat normalne izvedbe sa jednom podeonom ravni, Broj odlivaka u alatu/kokili: $n=4$ ($2+2$), Osnovne stezne ploče kućišta alata šire od gabaritnih dimenzija kokile, Kokile se izrađuju sa umecima.*

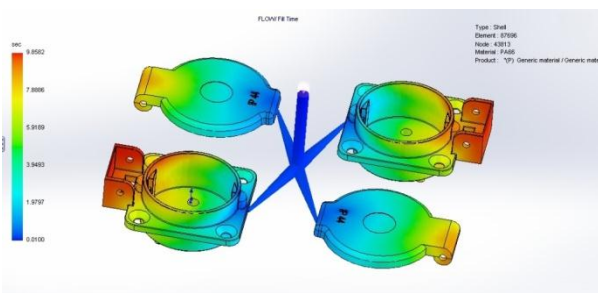
Na osnovu razvijenih pravila u [3] usvojeni su se sledeći standardizovani delovi kućišta alata [6]:

- N01- 2225-26 – Pokretna stezna ploča
- N03- 2225-26 – Nepokretna stezna ploča
- N10A- 2225-50 – Nepokretna kokila
- N10B- 2225-50 – Pokretna kokila
- N20- 2225-36- Međuploča
- N30- 2225-66- Distantne letve
- N50- 2225-16- Nosac izbacivačke ploče
- N40- 2225-12- Izbacivačka ploča



Slika 6. Dimenzije kokile sa položajem i brojem odlivaka

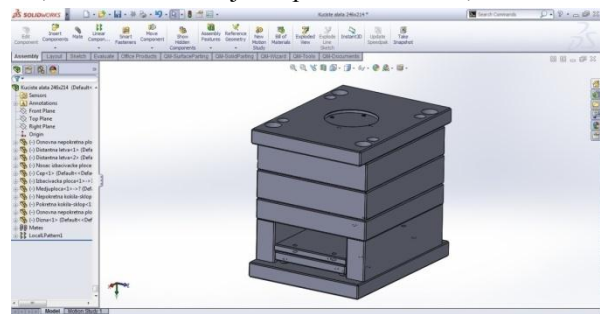
Nakon izbora standardnih delova kućišta alata, izvršena je analiza tehnološkosti proizvoda na bazi simulacije ulivanja dela u softveru SolidWorks, modulu SolidWorks Plastic. Kao rezultat dobija se simulacija tečenja, odnosno popunjavanja kalupa, vreme hlađenja, distribucija pritiska i temperature u odlivku i dr. (Slika 7).



Slika 7. Vremenska simulacija ulivanja u kalupne šupljine

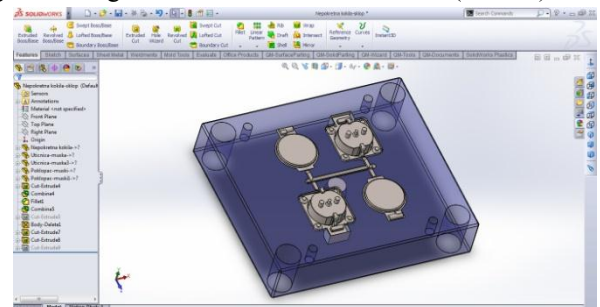
Pošto je analizirana tehnološkičnost industrijske utičnice zadovoljavajuća, pristupilo se projektovanju alata za injekciono presovanje primenom modula za projektovanje alata - *Mold Tools*. Ovaj modul omogućuje ubrzanje projektovanja alata korišćenjem standardizovanih elemenata alata (kućišta, izbacivačkog sistema, ulivnog sistema, itd.) raznih svetskih proizvođača (D-M-E, Hasco, Meusburger, LKM, Futaba, i dr.).

Postupak projektovanja alata se sastojao od sledećih koraka: (1) definisanje standardizovanih delova kućišta alata, (2) definisanje umetaka nepokretne i pokretne kokile, (3) definisanje ulivnog sistema, (4) definisanje sistema za vođenje i centriranje, (5) definisanje izbacivačkog sistema, (6) definisanje sistema za temperiranje i (7) definisanje ostalih elemenata alata. U nastavku je prikazano definisanje samo nekih podsistema, dok je u radu [6] detaljnije prikazano definisanje svih elemenata. Prvi korak se odnosio na definisanje standardnog kućišta alata, na bazi već usvojenih pločastih delova, slika 8.



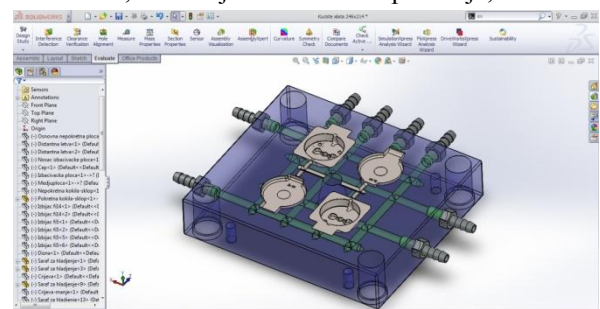
Slika 8. Izbor standardnih delova kućišta alata

Alatna šupljina-gravura u pokretnoj i nepokretnoj kokili predstavlja najvažniji deo alata, jer se prema njoj plastična masa oblikuje u gotov proizvod. Izrada alatne šupljine-gravure u kokilama se ostvaruje preko generisanog modela u modulu Mold Tools (slika 9).



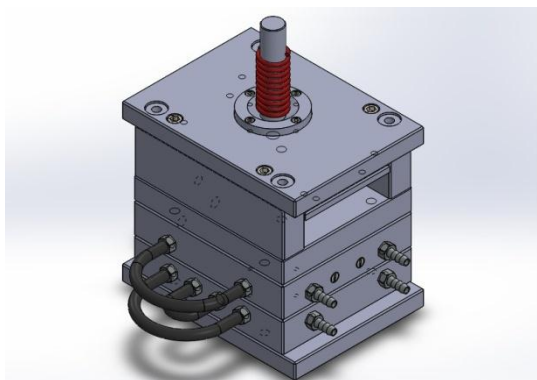
Slika 9. Generisane kalupne šupljine industrijske utičnice u modulu Mold Tools

Nakon modeliranja alatnih šupljina, definišu se i ostali sistemi alata, kao što je sistem za temperiranje, slika 10.



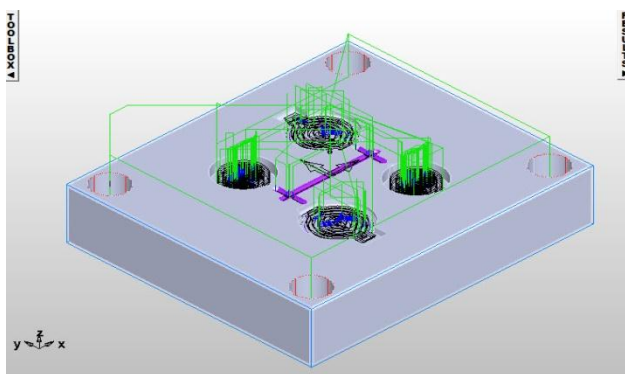
Slika 10. Sistem za temperiranje u pokretnoj kokili

Realizacijom svih definisanih koraka projektovan je finalni sklop alata za izradu kućišta industrijske utičnice injekcionim presovanjem sa svim podsistemima alata, slika 11.



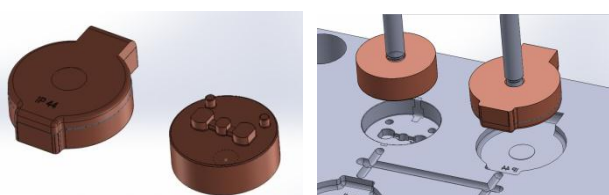
Slika 11. Sklop alata za injekciono presovanje industrijske utičnice

Na bazi projektovanih tipskih tehnoloških procesa standardnih delova kućišta alata, izvršeno je njihovo preciziranje za posmatrani alat. Tačnije, precizirani su sadržaji tehnološkog procesa, karte tipskih tehnoloških procesa, a posebno su precizirane i karte nestandardnih ili naknadnih operacija obrade, kao što je operacija izrade gravure. Izrada gravure posmatranih kokila se realizuje operacijama obrade glodanja i EDM obradom. Na osnovu precizirane karte operacije glodanja izvršena je simulacija putanje alata i generisanje upravljačkog programa primenom *FeatureCAM* programskog sistema. Na slici 12 prikazana je generisana putanja alata za operaciju obrade glodanjem pokretne kokile.



Slika 12. Generisana putanja alata za obradu pokretne kokile u *FeatureCAM* sistemu

Kod EDM postupka punom elektrodom, ona u potpunosti odgovara željenom obliku konture (slika 13). Erodiranje se izvodi jednostavnim vertikalnim spuštanjem alata (elektrode) u materijal obratka (Z-osa), ostale dve ose (X i Y) služe za pozicioniranje radnog predmeta u odnosu na elektrodu.



Slika 13. Izgled elektroda i procesa EDM obrade gravura

5.0. ZAKLJUČAK

Na osnovu realizovanih istaživanja, zaključeno je da postoji opravdanost uvođenja internog standarda u slučaju maloserijske i serijske proizvodnje alata za injekciono presovanje plastike koji odgovara uslovima posmatranog preduzeća, čime se postiže začajna racionalizacija projektovanja alata i tehnoloških procesa njihove izrade. Takođe, zaključeno je da je prelazak sa manualnog projektovanja alata i tehnoloških procesa na projektovanje primenom metoda grupne i tipske tehnologije, kao i primene savremenih CAD/CAM sistema koji u sebi sadrže module koji su namenjeni projektovanju alata za brizganje plastike značajan sa različitih aspekta. Neki od aspekata koji se dobijaju unapređenjem tehnološke pripreme proizvodnje posmatranih alata za injekciono presovanje su:

- Smanjenje vremena projektovanja alata i njihove izrade,
- Postiže se bolji kvalitet i tačnost izrade alata,
- Dobija se duži vek trajanja alata,
- Smanjuju se troškovi projektovanja i izrade alata,
- Omogućuje se upotreba istih delova u više različitih alata,
- Omogućuje se brza izmena oštećenih delova alata,
- Skraćuje se ukupno vreme proizvodnje i isporuke gotovih alata,
- Oslobođase deo vremena stručnog kadra za rešavanje drugih stručnih zadataka, itd.

6.0. LITERATURA

- [1] Perošević, B.: *Kalupi za injekciono presovanje plastomera (termoplasta)*, Naučna knjiga, Beograd, 1995.
- [2] Nađ, M.: *Polimerni materijali - plastomeri i elastomeri*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 1991.
- [3] Lukić, D.: *Razvoj sistema za automatizovano projektovanje tehnoloških procesa izrade alata za brizganje plastike*, magistarska teza, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [4] Matin, I.: *Modularni sistemi za projektovanje alata za injekciono presovanje plastike*, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.
- [5] *LanXess- Part and Mold Design*, www.samtop.com
- [6] Jovičić, M.: *Unapređenje tehnološke pripreme proizvodnje alata za injekciono presovanje termoplasta u preduzeću „Mikron“*, Master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2016.

Kratka biografija:



Milan Jovičić rođen je u Sarajevu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Proizvodno mašinstvo, smer računarom podržane tehnologije obranio je 2016.god.



Dejan Lukić rođen je u Žablju 1973. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2012. god., a od 2013 je u zvanju docenta. Oblast interesovanja je projektovanje tehnoloških procesa, CAD/CAPP/CAM, DfM, tehnokonomska optimizacija.

PODEŠAVANJE OPEN SOURCE ALATA BAZIRANIH NA GNU ALATIMA ZA RAD SA OLIMEX-STM32E407 PLOČOM**OPEN SOURCE SOFTWARE TOOLS SETTINGS FOR CONTROL OVER OLIMEX-STM32E407 BOARD, BASED ON GNU TOOLS**

Sava Šunjka, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana su podešavanja programskih alata otvorenog kôda „open-source software tools“ za rad na mikrokontrolerskoj ploči „OlimexSTM32E407“, koja je bazirana na mikrokontroleru STM32F407ZGT6 zasnovanom na ARM Cortex-M4 mikroprocesorskoj arhitekturi. Sami alati su bazirani na Eclipse integrisanom razvojnom okruženju, GNU-ovim alatima za ARM ugrađene sisteme i OpenOCD dibageru. Svi navedeni alati su realizovani na Windows 7 platformi.

Abstract – This paper describes settings for open-source tools for control over "OlimexSTM32E407" Board, which is based on STM32F407ZGT6 microcontroller, ARM Cortex-M4 microprocessor architecture. Tools are based on Eclipse IDE, GNU ARM Toolchain for embedded systems and OpenOCD debugger.

All tools are realized on Windows 7 platform.

Ključne riječi: Open-source, Mikrokontroler, OlimexSTM32E407, STM32F407ZGT6, Eclipse, OpenOCD, ARM ugrađeni sistemi.

1. UVOD

Programi otvorenog kôda (eng. Open Source Softwares) omogućuju korisniku uvid u kôd programa koji koristi i, pod odgovarajućim licencama za otvoreni kôd, mijenja, doraduje, objavljuje, ... korišćeni kôd.

Neke od „open source“ licenci imaju restrikcije u smislu da se doradjeni kôd mora koristiti pod istom licencom pod kojom je inicijalno preuzet, kao npr. GPL (*GNU General Public License*), dok neke druge, kao BSD (*Berkeley Software Distribution*) licenca, daju potpunu slobodu korišćenja i distribuiranja preuzetog kôda. Detaljnije o licencama za programe otvorenog kôda može se pročitati u [1].

Podešeni alati za rad sa mikrokontrolerom podrazumijevaju mogućnost pisanja kôda u jeziku C, prevodenja i uvezivanja kôda u izvršni oblik podržan od strane odgovarajuće mikroprocesorske arhitekture (bildovanje kôda), spuštanja kôda na mikrokontroler (programiranje mikrokontrolera), kontrolu izvršavanja programa na samom mikročipu uz mogućnost izvršavanja programa „korak po korak“ (dibagovanje programa).

NAPOMENA:

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

Sprega svih alata sa korisnikom (programerom) ostvarena je preko Eclipse integrisanog razvojnog okruženja za razvoj C/C++ kôda i odgovarajućih dodataka („plug in“-ova) za pojedine alate.

Za prevodenje i uvezivanje kôda, kao i za dibagovanje koristi se GNU-ov lanac alata za rad sa ugrađenim sistemima zasnovanim na ARM mikroprocesorskoj arhitekturi (eng. GNU ARM Toolchain for embedded systems), uz dodatak funkcionalnosti za bildovanje programa, koje ne postoje u Windows-orijentisanim alatima. Naime, GNU-ovi alati su UNIX-orijentisani, bazirani na „makefile“ sistemu tako da je potrebno GNU-ARM navedene alate dopuniti nekim od GNU-ovih prilagođenja za Windows, kao što su GnuWin32, MinGW, Cygwin, ...

Programiranje i dibagovanje mikrokontrolera vrši se pomoću uređaja dibager/programator ST-LINK/V2, uz korišćenje softverskog „open-source“ alata OpenOCD (Open On-Chip Debugger).

Za pisanje i obradu kôda koristi se Eclipse-ov uređivač teksta.

Zbog lakše prenosivosti projekta sa jedne stanice (računara) na drugu, ako se za to javi potreba, dobra praksa je sve alate smjestiti u jedan direktorijum (u ovom projektu direktorijum: „C:\TOOLchain_stm“). Iz tog razloga sa interneta se skidaju alati u .zip formatu te raspakovani smještaju u napomenuti direktorijum za alate. Da pri pozivanju alata ne bi bilo neophodno navoditi apsolutne putanje do .exe fajlova te putanje je potrebno navesti u putanjama za sistemske promjenjive. Putanje sisitemskih promjenjivih se mogu pronaći u: *Computer / Properties / Advanced system settings / Advanced / Enviromental Variables / System variables / Paths* (za Winows 7 platformu).

Rad sa navedenim alatima može da se odvija na dva načina:

1) U samostalnom modu (eng. stand alone) alate za bildovanje programa programer sklapa sam, smještajući željene funkcije u direktorijum određen za tu namjenu. Ovaj način uglavnom se koristi u radu kada programer piše sopstveni „makefile“ te u odnosu na korišćene funkcije u „makefile“-u dopunjava alate za bildovanje. Alati se pozivaju iz Eclipse-a, pomoću odgovarajućih dodataka „plug-in“-ova (ili iz drugih alata za spregu sa korisnikom).

2) U „plug -in“ modu svi alati su integrisani u Eclipse kroz „plug-in“-ove. U ovom modu odgovarajući

„makefile”-ovi generišu se pri pozivanju komandi za bildovanje nezavisno od programera (*generički projekat*).

Detalniji opisi pojedinačnih alata sa njihovim podešavanjima navedeni su u narednim poglavljima.

2. GNU-OVI ALATI ZA ARM UGRAĐENE SISTEME

GNU-ovi alat za ugrađene sisteme u ARM arhitekturi (eng. GNU ARM Embedded Toolchain) među najpopularnijim su alatima otvorenog kôda za te namjene. GCC prevodioci su postali gotovo standard u ovoj oblasti.

2.1 Postupak instalacije

Verzija alata u .zip formatu za odgovarajuću platformu može se pronaći na internet stranici [2].

Poslije raspakivanja direktorijum sa alatima zbog dugačkog i neintuitivnog imena („gcc-arm-none-eabi-5_4-2016q2-20160622-win32“), preimenovan je u „ARM_GCC“ i smještan u već kreirani direktorijum „C:\TOOLchain_stm“. Potrebno je još, po u Uvodu navednom uputstvu, prekopirati putanju do „arm-none-eabi-gcc.exe“ fajla (nalazi se u "C:\TOOLchain_stm\ARM_GCC\bin" direktorijumu) u sistemske promjenjive.

Kao što je već napomenuto, Windows operativni sistem ne poznaje UNIX-ove komande za bildovanje programa, zbog čega je potrebno ili imati instalirano neko od spomenutih UNIX-ovih prilagođenja za Windows (GnuWin32, MinGW, Cygwin,...) ili prekopirati potrebne prebildovane UNIX-ove alate za Windows među već postojeće GNU-ove alate koje smo smjestili u "C:\TOOLchain_stm\ARM_GCC\bin" direktorijum.

U ovom radu izabrana je druga od dvije gore navedene varijante. U navedeni direktorijum sa GNU-ovim alatima prekopirani su sledeći alati skinuti sa interneta iz GnuWin32 repozitorijuma:

1) „Build“ alati sa „Make“ stranice [3], sadrži na „Binaries“ i „Dependencies“ fajlova iz „bin“ poddirektorijuma, zatim sa „CoreUtils“ starnice [4] iz „Binaries“ fajla, poddirektorijuma „bin“, fajlovi: „echo.exe“, „mkdir.exe“, „rm.exe“ i „touch.exe“.

2) „Find“ alati sa „FindUtils“ stranice [5], sadrži na „Binaries“ fajla iz „bin“ poddirektorijuma.

3. ALATI ZA PROGRAMIRANJE I DIBAGOVANJE ČIPA

3.1. OpenOCD

OpenOCD program omogućava unutarsistemske dibagovanje i programiranje na uređajima sa ugrađenim sistemima. Inicijalno je nastao kao diplomski rad gospodina Dominic Rath-a na Univerzitetu za primijenjene nauke u Augzburgu u Njemačkoj, 2005. godine, ali kao dobra ideja nastavljen je da se razvija kao program otvorenog kôda pod GNU GPL v2 licencom. Ovaj program suštinski se ponaša kao server između rukovaoca (driver-a) dibager/programatora (uređaja koji se koristi za signaliziranje u procesu dibagovanja i programiranja mikrokontrolera) sa jedne i GNU-ovog dibagera (GDB) sa druge strane.

Pisan je u Jim-Tcl jeziku, koji je skraćena verzija programskog jezika Tcl. Rad sa OpenOCD-om zasniva se na pozivanju konfiguracionih (.cfg) skripti koje su smještene u odgovarajućem fajl-sistemu OpenOCD-a. U nastavku rada biće opisano podešavanje za rad sa OpenOCD-om, a detaljnije o OpenOCD-u i načinu njegovog rada može se pronaći u [16].

3.1.1 Podešavanje OpenOCD-a

OpenOCD može da se podesi za rad u samostalnom modu (eng. stand alone mode) i kao dodatak („plug“-in) Eclipse-a. U ovom pasusu je prikazano podešavanje za „stand alone“ mod. OpenOCD kao Eclipse-ov dodatak objašnjen je u poglavlju o podešavanju Eclipse okruženja.

Jedan od linkova sa kojih se može preuzeti OpenOCD preveden za Windows platformu jeste [6].

Ova verzija je spremna za upotrebu odmah po smještanju u željeni direktorijum bez dodatnih koraka instalacije, uslovno rečeno. Naime, kao što je već opisano u poglavlju „1. Uvod“ ovog rada, potrebno je podesiti putanju do *openocd.exe* fajla u sistemske promjenjive računara.

Kao što je ranije rečeno, rad sa OpenOCD-om zasniva se na pozivanju konfiguracionih skripti. Skripte preko Telnet konekcije i porta 4444 (ili GDB konekcije preko porta 3333) i JTAG konektora šalju komande na čip. Skripte koje je neophodno pozvati jesu skripta za konekciju sa programatorom ST-LINK/V2 (u ovom slučaju skripta *stlink-v2.cfg* u *openocd/scripts/interface* direktorijumu) i skripta za konfiguraciju rada sa mikročipom *stm32f4x.cfg* u *openocd/scripts/target* direktorijumu. Međutim, preporuka OpenOCD-ovog korisničkog upstva [16] jeste da se pozivanje skripti za mikročip izvrši u tri nivoa:

- pozivanje skripte orjentisane na projekat (project orientated), koja vrši
- pozivanje skripte orjentisane na korišćenu ploču (board orientated), koja dalje vrši
- pozivanje skripte orjentisane na sam mikrokontroler (target orientated).

Ovo je urađeno zbog logičkog razdvajanja komandi za navedena tri nivoa, u potencijalnim naknadnim dopunjavanjima skripti.

U ovom smislu za ovaj rad napravljena su dva nova fajla:

1) „*project.cfg*“ u „*openocd*“ direktorijumu, sa sadržajem:

```
gdb_memory_map enable  
gdb_flash_program enable  
source [find board/olimex_stm32_e407.cfg]
```

Prve dvije linije su komande kojim OpenOCD omogućuju GDB-u pristup memorijijskoj mapi čipa i programiranje čipa [20], dok poslednja linija poziva „board oriented“ skriptu;

2) „*olimex_stm32_e407.cfg*“ u „*openocd/scripts/board*“ direktorijumu, sa sadržajem:

```
source [find target/stm32f4x.cfg]
```

i ulogom pozivanja „target oriented“ skripte.

Ovim bi podešavanje OpenOCD-a u „stand-alone“ modu bilo završeno.

3.2 Adapter-programator ST-LINK/V2

OpenOCD je kompatibilan sa više vrsta dibager/programatora, između ostalih i sa ST-LINK/V2, koji je korišćen u ovom radu.

ST-LINK/V2 je programator firme STMicroelectronics i kompatibilan je sa mikrokontrolerima tog proizvođača. Kao što je već rečeno, dibager/programator služi za adekvatno signaliziranje mikrokontrolerskog čipa pri spuštanju kôda na mikrokontroler (programiranju mikrokontrolera) i pri dibagovanju. Konekcija ST-LINK/V2 programatora na mikrokontroler je ostvarena 20-tožilnim JTAG flat-kablom, dok je konekcija ka personalnom računaru ostvarena prilagođavajućim kablom USB-mini konektor ka USB standardnom konektoru. Signalizacija stanja je ostvarena LED-ovim i objašnjena je u [17].

Za podešavanje rada dibager/programatora dovoljna je instalacija odgovarajućeg drajvera prema uputstvu za korisnike. Drajver za ST-LINK/V2 kao i uputstvo za instaliranje može se pronaći na internet stranici [7].

4. ECLIPSE INTEGRISANO RAZVOJNO OKRUŽENJE

Eclipse integrisano razvojno okruženje jeste alat koji je pisan uglavnom u Java jeziku. Inicijalno bio je namijenjen za razvoj programa pisanih u Javi. Dopunjavanjem odgovarajućim „plug-in“-ovima omogućeno je korišćenje ovog alata za razvoj programa i u drugim programskim jezicima, pa tako i u jeziku C. Objavljen je pod Eclipse-ovom licencom za programe otvorenog kôda *Eclipse Public License 1.0 (EPL-1.0)*.

Za rad na razvoju programa u programskom jeziku C potrebno je imati instaliranu verziju Eclipse-a za razvoj C i C++ programa (eng. Eclipse IDE for C/C++ Developers)[18]. S obzirom da je Eclipse baziran na Java programskom jeziku za njegov rad neophodno je imati instalirane Java Development Kit (JDK) [8] i Java Runtime Environment (JRE) [9]. Težnja verzija Eclipse-a prevedena za rad na odgovarajućoj platformi može se pronaći na internet stranici [10].

Podešavanje Eclipse okruženja podrazumijeva:

- 1) instalaciju „plug in“-ova za spregu korisnika sa alatima koji će se koristiti,
- 2) podešavanje projekta za rad sa odgovarajućim mikrokontrolerom (u ovom slučaju mikrokontroler STM32F407ZGT6).

4.1 Instalacija Eclipse „plug-in“-ova

U Eclipse okruženju u *Help* padajućem meniju bira se *Instal New Software...* gdje se u otvorenom instalacionom prozoru klikom na taster *Add...* otvara prozor *Add Repository* te se u polje *Location* upisuje adresa odgovarajućeg „plug-in“-a.

Za ispravan rad Eclipse-a neophodni su „plug-in“-ovi za:

- alate za razvoj kôda u vidu „CDT plug-in“-a (eng. C Development Tools) koji omogućuje podršku pri označavanju sintakasnih grešaka, formatiranju kôda, kretanju kroz strukturu projekta, podršku pri

dibagovanju,... Za odgovarajuću verziju Eclipse-a može se preuzeti sa internet stranice [11].

- podršku rada GNU-ovih alata za ARM ugrađene sisteme „GNU ARM Eclipse Plug-in“. Može se preuzeti sa internet stranice [12] ili upisujući u polje *Location* istu adresu. Ovaj Plug-in uključuje podršku i za Eclipse-ovo korišćenje OpenOCD-a.

Rad u „plug-in“ modu u mnogome olakšava podešavanje alata i korišćenje Eclipse-a, ali iz već navedenih razloga, nije praktičan za projekte sa „makefile“-om. Za projekte koji se ne zasnivaju na pisanom „makefile“-u (generičke projekte) postoji vrlo dobar besplatan lanac alata za STM32 mikrokontrolere u vidu „Openstm32 plug-in“-a, a koji se može preuzeti na gore opisani način sa linka [13] ili sa internet stranice „OpenSTM32 Community“ [14].

Postoji još niz dodatnih alata koji su korisni za rad na mikrokontroleru kroz Eclipse okruženje od kojih se ovdje izdvaja „EmbSysRegWiew“ [5], omučava uvid u sadržin u registara mikročipa podržanih od strane ovog programa. U Eclipse se može uvesti sa adrese [15].

4.2 Podešavanje Eclipse projekta

Za podešavanje projekta potrebno je poznavati određene specifičnosti korišćene mikrokontrolerske ploče u ovom, slučaju „OlimexSTM32E407“:

- 1) Spoljni rezonator 12 MHz; 1024KB flash memorije; 196KB RAM-a; max brzina procesora 168MHz; [21],
- 2) 32-bitna ARMV7-M bazna arhitektura (Arm familija *cortex-m4*); podržava softversku i hardversku realizaciju operacija sa pokretnim zarezom (Float ABI *softfp* i *hard*) u jednostrukoj tačnosti sa podrškom organizacije 32 bitna FP (eng. Floating point) registara u 16 64-bitnih (instrukcija *fpv4-sp-d16*); podržava *Thumb* i *Thumb 2* tip instrukcija [22].

Pokretanje novog projekta može se ostvariti pokretanjem praznog projekta i pokretanjem šablonskog projekta (već podešenog za odgovarajuću mikrokontrolersku ploču).

4.2.1 Podešavanje prevodioca (kompajlera)

Pri pokretanju novog projekta korisnik će biti upitan da odabere lanac alata koji će koristiti (eng. Toolchain). U ovom slučaju bira se *Cross ARM GCC* (ili *Ac6 STM32 MCU GCC* ako se koriste „OpenSTM32“ alati), zatim u polje *Toolchain path* treba upisati putanju do direktorijuma gdje se nalazi *arm-none-eabi-gcc.exe* fajl. U narednom koraku treba da se, u zavisnosti od načina pokretanja novog projekta, popune ili izmijene podaci pod 1). Podaci pod 2) se unose u Eclipse prozoru *Project/Properties/C/C++ Build/Settings* u podprozoru *Tool Settings/Target Processor*.

U istom prozoru pod *Binary Parsers* treba da je čekiran *GNU Elf Parser*. U prozoru *Project/Properties/C/C++ General/Paths and Symbols* u *Includes* podprozoru, pod stavkom *Language „GNU C“* treba da su uvučene putanje do svih direktorijuma koji imaju *.h* fajlove u posmatranom projektu. U istom prozoru u podprozoru *Symbols* treba da stoje simboli *#STM32F407xx* i *#USE_HAL_DRIVER*. Ostala polja trebalo bi da su već podešena.

4.2.2 Podešavanje Eclipse dibagera

Prozor za podešavanje dibagera otvara se u *Run* padajućem meniju izborom na *Debug Configuration...* i dvoklikom na *GDB OpenOCD Debugging*. U *Main* podprozoru treba da stoji ime aktivnog projekta i ime fajla gdje je smješten binarni oblik projekta. U *Debugger* podprozoru polje *Executable* treba da se popuni putanjom do *openocd.exe* fajla; *GDB port* je „3333“; *Telnet port* je „4444“; *Config options* polje poziva konfiguracione skripte za programator ST-LINK/V2 i mikrokontroler (referencirajući se na u ovom radu opisana podešavanja alata „*f ./scripts/interface/stlink-v2.cfg -f ./project.cfg*“); *Remote Target host name* je „localhost“; *port* je „3333“; *GDB Client Setup* u polje *Comands* upisuje se „*set mem inaccessible-by-default off*“; U podprozoru *Startup* u polje *Initialization Comands* upisuju se komande: „*monitor reset halt*

```
set remotetimeout 20
```

```
monitor reset init
```

```
monitor sleep 50,,
```

Ove komande obezbjeđuju pristup memoriji mikroprocesora i zaustavljanje izvršavanja programa kao pripremu za podešavanje parametara za dibagovanje. Ostala polja u prozorima za podešavanje trebalo bi da su već popunjena odgovarajućim vrijednostima.

(Napomena: Ukoliko je podešavanje urađeno u „plug-in“ modu i upotrebom OpenSTM32 alata Eclipse-ova podešavanja kompajlera i dibagera su generički urađena izborom odgovarajućeg mikrokontrolera).

Podešavanja opisanih alata testirana su tako što je „makefile“ projekat koji je urađen u Eclipse verziji „Luna“ bildovan, spušten na mikrokontroler i dibagovan pomoću Eclipse verzije „Mars“ u „Stand alone“ modu, a generički projekat urađen takođe u verziji „Luna“ izbildovan, spušten na ploču i dibagovan pomoću Eclipse verzije „Neon“ u „plug-in“ modu.

5. ZAKLJUČAK

Dostupna literatura za podešavanje „open source“ alata zasnovana je uglavnom na podjeli iskustava na odgovarajućim forumima i internet stranicama na kojima pojedinci objedinjuju svoja i tuđa iskustva. Neke od tih stranica, [23] i [24] konsultovane su i u ovom radu. Same programske alate otvorenog kôda doručuju diverloperi do nivoa kada se procijeni da je verzija dovoljno stabilna (bez grešaka), kada se objavljuje za korisnike. S obzirom da su besplatni, testirani i doručivani od strane većeg broja korisnika diverlopera, objavljeni softverski alati najčešće nisu potpuno stabilni. „Dubina“ nestabilnosti objavljenih verzija i neusklađenost sa alatima na koje se naslanja često od korisnika zahtjevaju značajne napore i potrošnju vremena pri podešavanju rada. Sa druge strane, podrešavanjem ovakvih alata dobija se opširnije znanje o samom načinu funkcionisanja, što je svakako pozitivan činilac koji najčešće nađe primjenu u kasnijem inženjerskom radu. Bilo kako bilo postojanje besplatnih „open source“ sistema ostaje srećna okolnost za bavljenje softverskim inženjersvom pojedinaca i organizacija koje finansijski nisu u mogućnosti da prate razvoj

komercijalnih softvera, a svima onima koji daju doprinos u razvoju ovih sistema ostaje zahvalnost u sve vijekove.

6. LITERATURA

- [1] <https://opensource.org/licenses>(jul 2016.)
- [2] <http://www.freddiechopin.info/en/download/category/11-bleeding-edge-toolchain>(jul 2016.)
- [3] <http://gnuwin32.sourceforge.net/packages/make.htm>
- [4] <http://gnuwin32.sourceforge.net/packages/coreutils.htm>(jul 2016.)
- [5] <http://gnuwin32.sourceforge.net/packages/findutils.htm>(jul 2016.)
- [6] <http://www.freddiechopin.info/en/download/category/4-openocd>(jul 2016.)
- [7] http://www.st.com/content/st_com/en/products/embedded-software/development-tool-software/stsw-link009.html(jul 2016.)
- [8] <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk7-downloads-1880260.html>(jul 2016.)
- [9] <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jre7-downloads-1880261.html>(jul 2016.)
- [10] <http://www.eclipse.org/downloads/packages/>
- [11] <https://eclipse.org/cdt/downloads.php>(jul 2016.)
- [12] <https://sourceforge.net/projects/gnuarmeclipse/files/Eclipse/updates>(jul 2016.)
- [13] <http://www.ac6-tools.com/Eclipse-updates/org.openstm32.system-workbench.site/>
- [14] <http://www.openstm32.org/HomePage>(jul 2016.)
- [15] <http://embsysregview.sourceforge.net/update>
- [16] <http://openocd.org/doc/pdf/openocd.pdf>(jul 2016.)
- [17] http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/user_manual/65/e0/44/72/9e/34/41/8d/DM00026748.pdf/files/DM00026748.pdf/jcr:content/translations/en.DM00026748.pdf(jul 2016.)
- [18] http://help.eclipse.org/luna/index.jsp?topic=%2Forg.eclipse.cdt.doc.user%2Fconcepts%2Fcdt_o_home.htm(jul 2016.)
- [19] <http://embsysregview.sourceforge.net/>(jul 2016.)
- [20] <http://openocd.org/doc/html/Daemon-Configuration.html#gdbflashprogram>(jul 2016.)
- [21] <https://www.olimex.com/Products/ARM/ST/STM32-E407/open-source-hardware>(jul 2016.)
- [22] Joseph Yiu „*The Definitive Guide to ARM Cortex M3 and Cortex-M4 Processors*” Third Edition, ARM Ltd., Cambridge, UK
- [23] <https://community.particle.io/t/tutorial-using-eclipse-st-link-v2-openocd-to-debug/10042>(jul 2016.)
- [24] <http://hertaville.com/gcc-arm-toolchain-stm32f0discovery.html>(jul 2016.)

Kratka biografija:



Sava Šunjka rođen je u Livnu 1979. godine (SFRJ, republika BiH). Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo odbranio je 2016. god.

**KOMPARACIJA PROIZVODNIH POGONA TE UGLJEVIK PRIJE I POSLE
DONOŠENJA KJOTO PROTOKOLA****THERMAL POWER PLANTS UGLJEVIK COMPARISON BEFORE AND AFTER
ADOPTION OF THE KYOTO PROTOCOL**Dragan Savić, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste komparacija buduće termoelektrane u Ugljeviku, TE Ugljevik 3 (2x300 MW), gdje su u toku pripremni radovi, sa TE Ugljevik 1 (300 MW), u čijoj neposrednoj blizini će se i raditi. Ključne komponente ove dvije elektrane biće predmet komparacije po pitanju tehnologije, vrijednosti investicije kao i emisije gasova kako bi se približno mogao steći utisak koliko se tehnologija promijenila za istek projektovanog vijeka jedne termoelektrane. Naime, postojeća TE Ugljevik 1 počela je sa radom 1985.godine a TE Ugljevik 3 projektovanje počinje 30 godina kasnije i u obavezi je projektovanje po BAT (best available energy) principu. U međuvremenu je donešen i Kjoto protokol koji je uticao na razvoj i planiranje novih postrojenja, ali i opstanak postojećih.

Abstract – The subject of this study was to compare future power plant in Ugljevik, Ugljevik 3 (2x300 MW), where preparatory works are in progress, with TPP Ugljevik 1 (300 MW). TE Ugljevik 3 construction site is near TPP Ugljevik 1. Key components of the two power plants will be the subject of comparison in terms of technology, investment value, and emissions in order to get an impression about how technology has changed during designed lifetime of a thermal power plant. The existing TPP Ugljevik 1 started its operations in 1985 and TPP Ugljevik 3 starts projecting 30 years later and is obligated by BAT principle design. In the meantime the Kyoto Protocol was adopted, which influenced the development and planning of new thermal power plants, but also the operation of existing ones.

Ključne reči: Termoelektrana, Kjoto protokol

1. UVOD

Sva postrojenja u postojećim elektranama u BiH su zastarjela. Obnavljanje postojećih i nabavka novih kapaciteta uglavnom se obavlja iz Kine, zbog čega postoji neopravdan skepticizam, kojim se dovodi u pitanje zadovoljenje BAT principa za nova postrojenja [1]. Međutim, svi zakoni i regulative u BiH sasvim su u skladu sa onima u EU, tako da ova bojazan nema osnova. Industrija u BiH je nerazvijena, a proizvodni elektroenergetski kapaciteti veliki, tako da se električna energija može slobodno nazvati strateškim proizvodom i okosnicom privrednog razvoja.

NAPOMENA:

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

Na tržište EU se ne može plasirati električna energija, koja ne zadovoljava standarde okoline i energetske efikasnosti. Ukoliko se ovi problemi ne shvate ozbiljno, gubici ove delatnosti bi bili nenadoknadivi. Iz tog razloga, termoelektrane u BiH moraju krenuti u supstituciju svojih kotlova i proizvodnih linija, dok buduće termoelektrane moraju u startu dodatno uložiti u opremu kako bi bio ispunjen BAT princip i kako bi se na kraju proizvedena električna energija mogla plasirati u zemljama EU.

Moderna termoenergetska postrojenja obavezno imaju sisteme za odsumporavanje, efikasne filterske sisteme za čvrste čestice, povišenu energetske efikasnost kotlova, kogeneracijska postrojenja i niz drugih tehnoloških elemenata. Nakon donošenja Kjoto protokola, zemlje potpisnice su preuzele i obaveze u pogledu smanjenja emisije gasova [2]. Kako su u BiH termoelektrane uglavnom zastarjele i ne zadovoljavaju kriterijume emisije gasova, neophodno je izvršiti revitalizaciju, kako bi se scenario gašenja termoelektrana odložio. U suprotnom, jednostavno bi se proizveli viškovi koje ne bi bilo moguće prodati na tržište EU i takve TE ubrzo bi bile ugašene.

TE Ugljevik 1 već je krenula sa projektom ugradnje modernog sistema za odsumporavanje. Zbog rezervi uglja od oko preko 5 milijardi tona, nije realan scenario da se BiH odrekne termoelektrana. Sa druge strane, pored revitilizacije postojećih termoelektrana, mogu se povećati investicije u alternativne izvore električne energije koji nisu u velikoj mjeri zastupljeni u BiH. Problem ne predstavljaju nove elektrane kao što su TE Stanari (300 MW), koja je već u pogonu, niti buduća TE Ugljevik 3, već starije termoelektrane, kojima uskoro ističe ili je istekao projekti vijek (TE Ugljevik 1, TE Gacko, TE Tuzla, TE Kakanj) [3].

U ovom radu je napravljena komparacija dve susedne termoelektrane (TE Ugljevik 1 i TE Ugljevik 3), koje su rađene/planirane po različitim tehnologijama, odnosno u vreme pre i posle Kjoto protokola.

2. KJOTO PROTOKOL

Kjoto protokol je međunarodni ugovor i amandman na Okvirnu konvenciju Ujedinjenih nacija o klimatskim promjenama [2]. Usaglašen je i stavljen na potpisivanje članicama međunarodne zajednice 11. decembra 1997. godine na trećoj Konferenciji članica UNFCCC-a (COP3). Do oktobra 2009. godine Protokol su potpisale i ratifikovale vlade 187 država i teritorija. Sjedinjene Američke Države su Protokol potpisale još 1998. godine, ali bez namjere ratifikacije. Glavni fokus ovog dokumenta je obavezivanje razvijenih zemalja svijeta (navedenih u Aneksu I UNFCCC-a) da do 2012. godine smanje emisiju

gasova sa efektom staklene bašte u atmosferu za najmanje 5% u odnosu na baznu godinu (odabranu iz perioda 1985-1990), a ograničenja u pogledu smanjenja emisije gasova odnose se na period 2008-2012. godina. Zemlje u razvoju (nazvane „ne-Aneks I zemlje“) nemaju obavezu smanjivanja emisije ukoliko im razvijene zemlje ne obezbijede potrebna finansijska sredstva i tehnologiju, ali treba da razvijaju mjere i politike za smanjenje emisija i ublažavanje uticaja klimatskih promjena. Kjoto protokol obavezuje sve zemlje potpisnice da: prikupljaju relevantne informacije, izrađuju i organima UNFCCC-a podnose nacionalne izvještaje uključujući i nacionalne katastre (inventare) emisija gasova sa efektom staklene bašte; da razvijaju strategije za ublažavanje klimatskih promjena i strategije adaptacije na izmijenjene klimatske uslove; da sarađuju u klimatskim osmatranjima, istraživanjima i transferu tehnologije; i da unapređuju programe obrazovanja i jačanja svijesti javnosti [4].

Primjena Kjoto protokola može se podijeliti u tri etape (prema slobodnom nahođenju):

Administrativna etapa: ekološko osvješćivanje i početak konferencija o zaštiti životne sredine i emisiji gasova. Niz sastanaka i pregovora do konačnog usaglašavanja i donošenja Kjoto protokola kao univerzalnog međunarodnog dokumenta.

Kvantitativna etapa: Razvijene zemlje kontrolišu svoju emisiju, modernizuju tehnologije i pooštravaju pravilnike. Postoje primjeri zatvaranja elektrana, kao i prelazaka sa ugalj na biomasu. Još uvijek se ne osjećaju efekti tih ulaganja, kako se očekuje. Stvara se tržište „zelenih“ kredita. Zemlje u razvoju dobijaju povoljne kredite za revitalizaciju starih, ali i implementacije novih energetske jedinica prema novim pravilnicima. To su neki efekti trgovine karbon („zelenim“) kreditima. Razvijene zemlje imaju višestruku korist još u vidu razvoja privrede i otvaranja novih radnih mjesta.

Kvalitativna etapa: posljednja etapa. Etapa koja je budućnost i koja će kvalitetom životne sredine pokazati da glad za energijom može da prati očuvanje okoline, ali i bolji menadžment resursima. Dolazi kao proizvod prethodne dvije etape jer je neminovno da će nešto u šta se danas ulaže dati rezultate tek tokom isprojektovanog vijeka.

2.1. Mehanizmi implementacije Kjoto protokola

Kjoto protokol uvodi nove mehanizme koji imaju za cilj unapređenje primjene sporazuma:

- mehanizam zajedničke implementacije,
- mehanizam čistog razvoja i
- mehanizam trgovine emisijama.

Zemlje u razvoju mogu učestvovati u mehanizmu čistog razvoja i to na dobrovoljnoj osnovi.

2.2. Mehanizam čistog razvoja

Mehanizam čistog razvoja (engl. *Clear Development Mechanism - CDM*) ima za cilj da generiše investicije u zemlje u razvoju, naročito od strane privatnog sektora, radi intenziviranja transfera ekološki podobne tehnologije i promovisanja održivog razvoja. Ukratko, proces CDM-a odvija se na slijedeći način:

1. Investitor iz industrijalizovane zemlje obezbijedi finansiranje projekta koji smanjuje emisiju GHG u zemlji u razvoju.

2. Investitor pripiše dobijene karbon-kredite (ostvareno smanjenje emisije izraženo u posebnim obračunskim jedinicama) svojoj zemlji koja na taj način obezbjeđuje ispunjenje svoje obaveze smanjenja emisije.

3. Zemlja u razvoju i kompanija koja je vlasnik projekta dobija modernu čistu tehnologiju i uz to rješava probleme svoje životne sredine.

Zbog činjenice da projekti ovog mehanizma Kjoto protokola donose višestruke (finansijske, tehnološke, ekološke i druge) koristi svim stranama učesnicama, postoji čitavo globalno tržište CDM projekata.

3. TE UGLJEVIK 1

Probna proizvodnja električne energije u termoelektrani Ugljevik započela je u maju 1985. godine, a redovan pogon 27. novembra 1985. godine. TE Ugljevik 1 je bez većih problema radila sve do 1992. godine, kada je proizvodnja stala usljed ratnih dešavanja. Proizvodnja električne energije je obnovljena 1995. godine. Zbog navedenog prekida proizvodnje električne energije u toku rata, prosječna proizvodnja termoelektrane Ugljevik je znatno smanjena i iznosi 1.023,59 GWh. Najveća proizvodnja električne energije u periodu do 1992. godine zabilježena je 1988. godine kada je proizvedeno 1.744,80 GWh (8,9% iznad projektovanih mogućnosti) [3].

3.1. Osnovne karakteristike termoelektrane

Osnovne karakteristike TE Ugljevik 1 su sledeće:

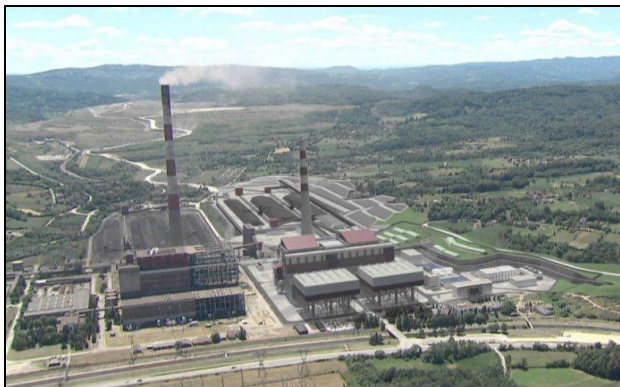
- Instalirana snaga 300 MW
- Projektovana godišnja proizvodnja električne energije: 1601 GWh
- Jedan blok (kotao, turbina i generator) i dimnjak visine 310 m.
- Koristi rashladni toranj sa prirodnim strujanjem vazduha
- Kotao radijacioni, protočni sa jednim međupregrijanjem pare, ložen ugljenom prašinom i sa suvim odvozom šljake. Ne odvaja sumpor a od sistema posjeduje elektrostatičke filtere za odvajanje čestica iz dima.
- Priključena na razvodno postrojenje izgrađeno u neposrednoj blizini elektrane za potrebe priključka. Slobodna polja C9 i C11 biće iskorištena za priključak nove termoelektrane na 400 kV nivou, a slobodno polje E8 za priključenje sopstvene potrošnje.
- Kombinacija vanjske i unutrašnje dopreme uglja.
- Snaga na pragu TE iznosi oko 257 MW, a na sopstvenu potrošnju otpada 22 MW.

U probnom pogonu se pokazalo da je ložište kotla poddimenzionisano za ugalj koji se nalazi u ležištu Bogutovo Selo, jer se nije mogla ostvariti instalirana snaga od 300 MW. Bile su prisutne i pojave brzog zašljakivanja ložišta i zaprljanje konvektivnih ogrevnih površina pepelom, te postojeći sistemi čišćenja ogrevnih površina nisu mogli obezbijediti stabilan i bezbjedan rad. U cilju otklanjanja navedenih problema izvršena je rekonstrukcija na kotlu koja je obezbijedila povećanje raspoložive snage na 279 MW (ali ne na projektovanu).

4. TE UGLJEVIK 3

Kompanija CERS (Comsar Energy Republika Srpska d.o.o., Banja Luka.) započela je aktivnosti na izgradnji TE

Ugljevik 3, koja će biti locirana u neposrednoj blizini postojeće (slika 1). Rok za izgradnju je 30 mjeseci, a očekuje se da će novi objekat biti priključen na elektroenergetski sistem do 2019. godine. Ukupna projektovana instalisana snaga TE Ugljevik 3 je 600 MW, sa dva identična bloka snage po 300 MW (blokovi 3 i 4). Maksimalna snaga sopstvene potrošnje je 2x36 MW, pa je ukupna aktivna snaga na pragu elektrane 2x264 MW.



Slika 1. Položaj TE Ugljevik 3 (desno: model) u odnosu na TE Ugljevik 1 (lijevo: postojeća)

4.1. Osnovne karakteristike elektrane

Osnovne karakteristike TE Ugljevik 3 su sledeće:

- instalisana snaga 2 x 300 MW
- bazna elektrana sa projektovanom godišnjom proizvodnjom od 7 300 sati
- dva bloka (kotao, turbina i generator) i zajednički, 210 m visok dimnjak i svi ostali prateći sistemi i objekti
- parni kotlovi sa podkritičnim parametrima
- tehnologija sagorijevanja sa cirkulišućim fluidizovanim slojem (CFB)
- izuzetno efikasno izdvajanje sumpora uz pomoć krečnjaka u dvije faze (unutar kotla i u postrojenju za odsumporavanje)
- primjena sistema kondenzatora sa direktnim vazдушnim hlađenjem koji će smanjiti potrebe postrojenja za vodom na minimum
- pun tretman i ponovno korišćenje otpadnih voda, bez ispuštanja u okolinu
- zatvoren sistem transporta uglja, krečnjaka i šljake u cilju očuvanja životne sredine
- TE Ugljevik 3 će biti priključena na postojeće postrojenje 400/110 kV Ugljevik.

TE Ugljevik 3 će biti snabdijevana mrkim ugljem iz novih površinskih kopova Delići i Peljave - Tobut, Baljak i dio Ugljevika Istok, koji će se paralelno izgraditi. Potrošnja mrkog uglja će, za oba bloka (600 MW), iznositi 506 t/h, odnosno 3.693.800 t/god. Planirana godišnja proizvodnja TE Ugljevik 3 iznosi 4.380.000 MWh električne energije pri radu u baznom režimu. Koncept proizvodnje električne energije će omogućiti visok koeficijent iskorišćenja i raspoloživosti bloka. Imajući u vidu parametre i lokaciju TE Ugljevik 3, jasno je da ova elektrana ima značajnu ulogu u EES BiH [5].

5. KOMPARACIJA POJEDINIH KOMPONENTI TE

Pošto je finansijska komparacija termoenergetskih postrojenja odrađena za ukupnu vrijednost objekta u

izgradnji, u ovom će dijelu u vidu tabele i subjektivnih ocjena biti data kvalitativna komparacija pojedinih dijelova termoelektrane. Predmet komparacije biće rashladni sistem, postrojenje za odsumporavanje dimnih gasova, elektrostatički filteri, kotao, turbina, generator i blok transformator. Pošto je TE Ugljevik 1 operativna, a TE Ugljevik 3 tek isprojektovana, TE Ugljevik 3 će biti ocjenjena u odnosu na postojeću. Sa tehničkog aspekta, na pomenutim komponentama može se steći utisak koliko je tehnologija uznapredovala za vrijeme jednog projektovanog vijeka termoelektrane. TE Ugljevik 3 će u pogon sa kompleksnijom i prefinjenijom tehnologijom. Najbolji primjer napretka, a u vezi je sa Kjoto protokolom, je sistem odsumporavanja. Prije 30 godina nešto što je danas gorućim problemom, rešavano je na jednostavan način. Elektrostatički filteri su oduzimali čestice prašine i smanjivali njihovu količinu ispuštanja u vazduh. Sistem za odsumporavanje sada uz savremene kotlove, ne samo da otklanja čestice prašine, nego i skoro sasvim otklanja SO₂. U tabeli 1 dato je poređenje planiranog (graničnog) nivoa emisije TE Ugljevik 3 i postojeće emisije TE Ugljevik 1. Može se uočiti drastično smanjenje po svim parametrima. Kao prateći objekat mokrom sistemu za odsumporavanje može da se izgradi i fabrika gipsa koja od nusproizvoda može napraviti novi proizvod na kome može da se zaradi. Ipak, uslovno se može reći da su savremena postrojenja naplaćena i kroz vrijednost sopstvene potrošnje elektrane. Naime, kod buduće TE Ugljevik 3 na sopstvenu potrošnju odlazi 36 MW, dok kod postojeće TE Ugljevik 1 odlazi "samo" 22 MW. Samo mokri sistem odsumporavanja po bloku zahteva 4-5 MW.

Tabela 1. Granične vrijednosti emisije TE Ugljevik 3 naspram emisije TE Ugljevik 1 [6]

Polutant	Granična vrijednost emisije TE Ugljevik 3	Postojeća emisija TE Ugljevik 1
SO ₂ (mg/m ³)	200	12.500
NO _x (mg/m ³)	200	1.000
Čestice (mg/m ³)	30	140

U tabeli 2 dato je poređenje po svim delovima sistema uz ocenu autora o nivou poboljšavanja (+3 znatno poboljšanje, +1 malo poboljšanje, 0 nema poboljšanja, -1 manje pogoršanje, -3 znatno pogoršanje). Vidi se da je napredak očigledan, odnosno ukupno poboljšanje je izvednovano sa ocenom +17 (od max +30), što ukazuje na izuzetan pozitivan efekat.

6. ZAKLJUČAK

Donošenjem Kjoto protokola, pooštreni su i zakoni i regulative što je uticalo i na NSV za postojeće proizvodne kapacitete (u slučaju postojeće TE Ugljevik, sistem za odsumporavanje koji treba da se ugradi u novu TE, ušte nije bio predviđen 1985. god.). To utiče na osnovnu cenu, period otplate, kao i na samu zaradu proizvodnog kapaciteta. Što se tiče budućih kapaciteta i pooštavanja regulative, Kjoto je nametnuo BAT princip kao obavezu, što utiče na dodatne troškove prilikom projektovanja i

izgradnje, ali što je svakako jednostavnije i jeftinije od prilagođavanja postojećeg proizvodnog postrojenja novim propisima.

Tabela 2. Rezultati komparacije i ocjena pojedinih komponenti TE Ugljevik 1 i TE Ugljevik 3

R. br.	Komponenta TE Ugljevik 1	Ocjena* TE Ugljevik 3	Napomena
1.	Rashladni sistem	+1	Naprednija tehnologija. Znatna ušteda vode. Ipak preskup.
2.	Postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova	+3	Skuplje postrojenje, ali isplativo i neophodno. U kombinaciji sa kotlom, odstranjuje i do 98% SO ₂
3.	Elektrostatički filteri	+3	Mokro odsumporavanje. Višestruko skuplje ali efikasno i neophodno kako bi emisija gasova iz TE bila prihvatljiva.
4.	Kotao	+3	U kotlu se odstranjuje do 85% SO ₂
5.	Turbina	+1	Poboljšano hlađenje turbine
6.	Generator	0	Istih ili jako sličnih parametara
7.	Blok transformator	+1	Isti ili jako slični parametri, ali bolje hlađenje.
8.	Životni vijek	-1	Za razliku od TE Ugljevik 1 (30 god.), projektovana na 25
9.	Standardi	+3	Standardi i tehnologija znatno uznapređovali što zbog Kjoto protokola što zbog dostupnosti tehnologija i materijala
10.	Ukupna cijena izgradnje	+3	Jeftinija nego što je TE Ugljevik 1 bila 1985.

* (+3 znatno poboljšanje, +1 malo poboljšanje, 0 nema poboljšanja, -1 manje pogoršanje, -3 znatno pogoršanje)

Dok se razvijene zemlje takmiče u tehnologijama i razvijenosti industrije, zemlje Jugoistočne Evrope svoju nerazvijenost mogu okrenuti u svoju korist. Pored velikih postojećih kapaciteta sa zastarjelim tehnologijama predviđa se i porast instaliranih novih kapaciteta. Oba slučaja su odlična prilika za nove investicije.

U prilog priči o Kjoto protokolu i smanjenju emisije štetnih gasova iz aktuelnog Indikativnog plana razvoja proizvodnje jasno je da BiH elektroenergetski sistem čeka u budućnosti solidan proizvodni kapacitet relativno "čiste" energije u čemu postoji poslovna šansa i prilika za razvoj i investicije u CDM projekte.

Sasvim logično i opravdano je i da je najveći proizvodni kapacitet dolazi iz postojećih i budućih termoelektrana. Buduće, kao što je pokazano na primjeru TE Ugljevik 3, projektovane su na najrigoroznijim pravilima EU i u startu, još u kotlu, se vrši odsumporavanje i do 90%, dok se ostatak do nekih 98% vrši dodatnim postrojenjima za odsumporavanje, prema BAT sistemu, koji i termoelektrane čini ekološki prihvatljivijim.

Postojeći kapaciteti, kao najveći zagađivači u Evropi mogu privući investicije i obezbijediti nova radna mjesta i specijalizaciju velikom broju inženjera iz razvijenih zemalja baš kroz trgovinu emisijama gasova. Interes je obostran: s jedne strane dobija se prijeko potreban kapital za revitalizaciju postrojenja i produžavanje životnog vijeka, a samim time i efikasniji i stabilniji sistem, s druge bodovi (kredit) na osnovu Kjoto protokola, čime smanjuje vrijednost emitovanih gasova.

Ako je neko merilo cijeni zlata, onda se može uočiti da je 1985. god. 1 kW u izgradnji koštao približno 4 unce zlata, dok 30 godina kasnije, košta približno jednu uncu. To ukazuje da je povoljnije graditi sada, nego ranije, s tim da postoji i dodatni dobitak – znatno čistija i prefinjenija tehnologija. Na taj način bi se modernim termoelektranama u BiH smanjila potrošnja uglja uz veću efikasnost u proizvodnji električne energije, što bi pomoglo i u smanjenju štetnog uticaja ovog specifičnog zagađivača.

7. LITERATURA

- [1] ***, "Integrated Pollution Prevention and Control - Reference Document for Best Available Techniques for Large Combustion Plants", European Commission, Brussels, 2006.
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protocol
- [3] Institut za građevinarstvo, *Elementi za novelaciju studije ekonomske opravdanosti sa elementima zaštite životne sredine za izgradnju i korišćenje termoelektrane Ugljevik 3 (blokovi 2x300 MW) na području opštine Ugljevik*, Banja Luka, 2013
- [4] <http://www.ekoakcija.com/content/nestabilnost-klime-osnovni-koncepti-i-stanje-u-bosni-i-hercegovini>
- [5] EKC Beograd, *Elaborat tehničkog rjesenja priključka na TE Ugljevik 3*, Beograd, 2015.
- [6] Projekt Banja Luka, *Studija uticaja na životnu sredinu za nove blokove termoelektrane u Ugljeviku*, Banja Luka, 2012.

Kratka biografija:



Dragan Savić rođen je u Brčkom 1986.god. Srednju tehničku školu završio je u Bijeljini 2005 god. Na Fakultetu tehničkih nauka, studijskom programu Energetika, elektronika i telekomunikacije diplomirao je 2012. god. na smijeru Elektorenergetika - elektroenergetski sistemi. Nakon angažovanja na pripremim radovima za izgradnju TE Ugljevik 3, na istom smijeru završava i master studije, 4 godine kasnije.



Vladimir Katić rođen je 1954. god. u Novom Sadu. Doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu 1991. god. Od 2002. god. redovni je profesor Univerziteta u Novom Sadu. Trenutno je prodekan Fakulteta tehničkih nauka i šef Katedre za energetska elektronika i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska elektronika, obnovljivi izvori električne energije, električna vozila i kvalitet električne energije.

ENUMERACIJA SVIH OBUHVATAJUĆIH STABALA NEORIJENTISANOG GRAFA ENUMERATING ALL SPANNING TREES OF UNDIRECTED GRAPH

Bogdan Galetin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan postupak za enumeraciju svih obuhvatajućih stabala neorijentisanog grafa u kojem je sadržan postupak za pronalaženje svih grana mostova. Verifikacija datog postupka izvršena je na primeru jednostavne slaboupetljane distributivne mreže.

Abstract – This paper presents algorithm for enumerating all spanning trees of undirected graph which includes algorithm for finding all bridges. Verification of algorithm is presented in the example of simple weakly meshed distribution system.

Ključne reči: teorija grafova, matrica incidencije, enumeracija obuhvatajućih stabala

1. UVOD

Teorija grafova je posebna, savremena matematička disciplina [1]. Svoj intenzivan razvoj i primenu u raznim naučnim i tehničkim disciplinama, doživela je zahvaljujući velikoj proizvodnji i primeni digitalnih računara [1]. Jednu od najvažnijih primena, teorija grafova nalazi u analizi složenih sistema koji su predstavljeni modelom električne mreže. Pronalaženje i enumeracija svih obuhvatajućih stabala neorijentisanog grafa predstavlja posebnu problematiku teorije grafova [2]. U ovom radu je predstavljen algoritam za enumeraciju svih obuhvatajućih stabala, dizajniran za implementaciju na računaru. Algoritam se bazira na dekompoziciji grafa, gde se obuhvatajuća stabla generišu jedno po jedno, čim budu određena u toku izvršavanja algoritma.

2. OSNOVNI POJMOVI TEORIJE GRAFOVA

Pojam grafa spada u grupu osnovnih matematičkih pojmova kao što su binarne relacije, funkcije, operacije i slično [1]. Ako sve elemente električnog kola (mreže) predstavimo linijskim segmentima, koji su međusobno spojeni čvorovima, dobija se šematski prikaz koji se naziva graf električnog kola [2]. U grafu je sačuvan podatak o međusobnoj konekciji elemenata, ne ulazeći u prirodu samih elemenata. Na osnovu grafa električnog kola, mogu se jednostavno izraziti zakoni povezivanja elemenata [2].

2.1. Grana

Grana je linija grafa, koja odgovara pristupu elementa koji predstavlja [2]. U ovom radu će se koristiti samo elementi sa dva kraja (jednim pristupom), tako da grana odgovara samom elementu.

NAPOMENA:

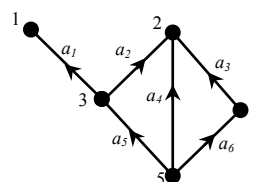
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Goran Švenda, red.prof.

2.2. Čvor

Čvor je mesto gde se vrši spajanje krajeva grana, drugim rečima krajevi grana su čvorovi.

2.3. Orijetisani graf

Orijentisani graf je graf čije su grane orijentisane, kao na slici 1.



Slika 1 – Graf sa orijentisanim granama

Smer orijentacije grane je prikazan strelicom, koja se nalazi na sredini grane.

2.4. Subgraf

Subgraf je podskup grana i čvorova datog grafa. Za subgraf se kaže da je odgovarajući ako striktno sadrži manje grana i čvorova od svih grana i čvorova originalnog grafa [2].

2.5. Incidencija

Incidencija pokazuje međusobni odnos grane i čvora. Ako je k -ti čvor krajnja tačka l -te grane, tada kažemo da su oni incidentni. Jedna grana može biti incidentna najviše sa dva čvora, dok jedan čvor može biti incidentan sa proizvoljnim brojem grana [2].

Za graf sa slike 1, grana a_2 je incidentna sa čvorovima 2 i 3, dok je čvor 3 incidentan sa granama a_1 , a_2 i a_5 , susedni čvorovi su npr. 2 i 4, dok su grane a_2 i a_5 susedne.

2.6. Put, petlja i sopstvena petlja

Put između čvorova j i k je subgraf koji predstavlja uređeni niz međusobno susednih grana sa svojstvom da je svaki unutrašnji čvor stepena dva, a krajnji (spoljašnji) čvorovi j i k su stepena jedan [2].

Konektovan graf je onaj u kome postoji put između bilo koja dva čvora.

Petlja predstavlja zatvoreni put, gde su polazni i krajnji čvor isti, što znači da je svaki čvor u petlji stepena dva. Sopstvena petlja predstavlja granu koja je sa oba svoja kraja konektovana sa istim čvorom.

2.7. Stablo, obuhvatajuće stablo i komplement stabla

Stablo je graf u kome su svaka dva čvora konektovana tačno jednim putem.

Obuhvatajuće stablo je konektovani subgraf koji sadrži sve čvorove konektovanog grafa, a nema ni jednu petlju.

Saglasno tome, broj grana obuhvatajućeg stabla konektovanog grafa sa n čvorova jednak je:

$$b = n - 1 \quad (1)$$

Komplement stabla ili kraće ko-stablo je subgraf konektovanog grafa koji sadrži sve grane koje nisu u obuhvatajućem stablu. Ako konektovan graf sadrži e grana i n čvorova, tada je broj spojnica l jednak:

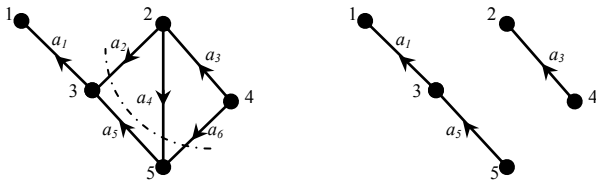
$$l = e - (n - 1) = e - b \quad (2)$$

gde b predstavlja broj grana obuhvatajućih stabla.

2.8. Snop i Most

Snop je skup grana konektovanog grafa sa sledećim svojstvima: ako se svaka grana ovog skupa preseče jedanput, graf se deli na tačno dva nekonektovana dela, ako bilo koju granu ovog skupa ne presečemo, graf će ostati konektovan preko te grane.

Na slici 2 je prikazan snop grafa kojeg čine grane a_2, a_4 i a_6 , izdvojeni delovi (subgrafovi) sadrže grane a_1, a_3 i a_5 .



Slika 2 – Uklanjanje grana snopa

Most grafa predstavlja granu čijim se uklanjanjem konektovan graf deli na dva nekonektovana dela, pa tako svaki most ujedno predstavlja i snop koji sadrži jednu granu.

3. MATRIČNA FORMULACIJA TOPOLOŠKIH RELACIJA

Međusobni odnos grana i čvorova, kao i relacije između grana i preseka ili grana i kontura, mogu se sistematski izraziti u formi matrica incidencije [2]. Pri rešavanju električnih kola se koriste za odabiranje nezavisnih relacija za struje i napone, pisanih prema Kirhofovom zakonima [3].

3.1. Potpuna Matrica Incidencije

Za konektovan graf sa e grana i n čvorova, međusobni odnos grana i čvorova može se opisati potpunom matricom incidencije grana i čvorova, koja se označava sa \mathbf{A}_a [2].

Elementi matrice \mathbf{A}_a imaju sledeće vrednosti:

- $\mathbf{A}_{ij} = 1$ ako je i -ta grana incidentna j -tom čvoru i orijentisana od čvora,
- $\mathbf{A}_{ij} = -1$ ako je i -ta grana incidentna j -tom čvoru i orijentisana prema čvoru,
- $\mathbf{A}_{ij} = 0$ ako i -ta grana nije incidentna j -tom čvoru.

3.2. Redukovana Matrica Incidencije

Svaki čvor konektovanog grafa se može odabrati kao referentni čvor. Matrica koja se dobija iz matrice \mathbf{A}_a eliminisanjem kolone koja odgovara referentnom čvoru jeste redukovana matrica incidencije grana i čvorova.

3.3. Određivanje ukupnog broja obuhvatajućih stabala grafa

Svaka submatrica matrice \mathbf{A} , koja odgovara proizvoljnom

obuhvatajućem stablu grafa je nesingularna i vrednost njene determinante iznosi $+1$ ili -1 . Kako bismo odredili ukupan broj obuhvatajućih stabala jednog grafa, potrebno je samo prebrojati sve takve submatrice [2]. Na osnovu Binet-Cauchy-jeve teoreme važi:

$$N_s = \det(\mathbf{A}\mathbf{A}^T) \quad (3)$$

gde N_s predstavlja ukupan broj obuhvatajućih stabala grafa.

3.3.1. Primer primene Binet-Cauchy-jeve teoreme

Predstavljen je detaljan primer primene Binet-Cauchy-jeve teoreme za graf sa slike 1. Takođe je predstavljen i dokaz tačnosti navedene teoreme.

4. ENUMERACIJA SVIH OBUHVATAJUĆIH STABALA

Postoje mnoge literature koje povezuju teoriju električnih kola sa konceptom obuhvatajućih stabala [2-4]. Postoji više različitih metoda za rešavanje ovog problema [4-6]. Ovi metodi su uglavnom zasnovani na određivanju determinante proizvoda odgovarajućih matrica, međutim determinante uključuju mnogo promenljivih i nisu jednostavne u slučaju velikih mreža.

U ovom radu je predstavljen jednostavan metod enumeracije svih obuhvatajućih stabala koji se zasniva na dekompoziciji grafa. Osnovnu ideju ovakvog algoritma razvio je George J. Minty [7], međutim matematički model kreiran u ovom radu ima sličnosti sa matematičkim modelom Persivalovog algoritma za pronalaženje svih obuhvatajućih stabala [8].

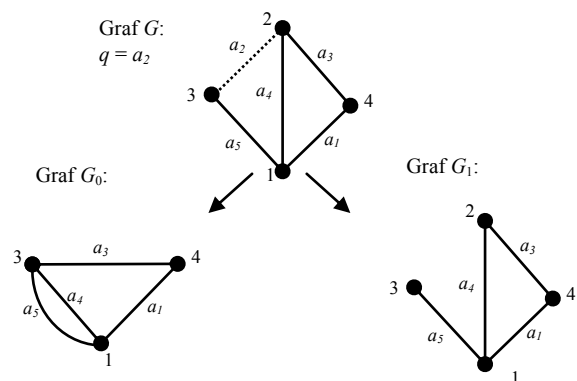
4.1. Fundamentalni princip algoritma

Ako se proizvoljna grana, nazovimo je granom q grafa G obriše, odnosno ukloni iz grafa G , obuhvatajuća stabla grafa G se mogu klasifikovati u dve kategorije:

1. Obuhvatajuća stabla grafa G koja sadrže granu q .
2. Obuhvatajuća stabla grafa G koja ne sadrže granu q .

Ako formiramo graf G_0 dobijen iz grada G tako što ćemo granu q obrisati i čvorove sa kojima je ova grana bila konektovana spojiti u jedan čvor, svako obuhvatajuće stablo kategorije 1. će biti i obuhvatajuće stablo grafa G_0 plus grana q .

Ako formiramo grad G_1 dobijen iz grafa G uklanjanjem grane q , svako obuhvatajuće stablo kategorije 2. će biti i obuhvatajuće stablo grafa G_1 .



Slika 3 – Dekompozicija grafa G

Na slici 3 je prikazana dekompozicija grafa G , gde je grana a_2 izabrana kao grana q , na osnovu koje se kreiraju

grafovi G_0 i G_1 . Kako bi navedene konstatacije bile ispunjene, grana q ne sme predstavljati sopstvenu petlju, niti most.

Osnovni koraci opisanog algoritma su sledeći:

1. Obrisati grane sopstvene petlje iz grafa G .
2. Obrisati grane mostove iz grafa G i zapisati ih na dno lista grada G .
3. Izabrati proizvoljnu granu q grafa G i kreirati dva nova grafa:
4. Graf G_0 kreirati iz grafa G skupljanjem grane q , pritom zapisati granu q na dno lista grafa G_0 .
5. Graf G_1 kreirati iz grafa G brisanjem grane q .
6. Prepisati grane sa dna lista grafa G na dno lista grafova G_0 i G_1 .
7. Sve korake ponoviti posebno za grafove G_0 i G_1 .

U svakoj iteraciji se iz svakog grafa briše najmanje jedna grana. U trenutku kada su sve grane grafa obrisane, na dnu lista grafa G_i će biti ispisano obuhvatajuće stablo grafa G . Ovom metodom će biti izlistana sva obuhvatajuća stabla grafa G , budući da se algoritam ponavlja dok se ne obrišu sve grane svih kreiranih grafova.

4.2. Uklanjanje sopstvenih petlji i mostova

Sopstvene petlje se uklanjaju iz grafa G i više se ne razmatraju u ovom grafu. Iako graf G inicijalno ne mora sadržati sopstvene petlje, one mogu nastati nakon kreiranja grafa G_0 , jer se krajnji čvorovi izabrane grane q spajaju u jedan čvor, što znači da će sve grane iz grafa G koje su paralelne sa granom q u grafu G_0 postati sopstvene petlje, što znači da će ove grane u drugoj iteraciji biti obrisane iz grafa G_0 .

Ukoliko grana q predstavlja most, ona se takođe briše iz grafa G ali se dodaje skupu obuhvatajućih stabala grafova G_0 i G_1 , budući da je svaki most takođe i član svakog obuhvatajućeg stabla.

4.3. Dekompozicija grafa G

Kao što je prikazano na slici 3, dekompozicija grafa G se vrši u odnosu na odabranu granu q , odnosno granu a_2 .

Graf G_0 na slici 3 je kreiran iz grafa G brisanjem grane a_2 i skupljanjem čvorova ove grane, odnosno čvor 2 se sada sjedinio sa čvorom 3. Ako sada pogledamo graf G_0 , vidimo da proizvoljno obuhvatajuće stablo ovog grafa, npr. stablo koje čine grane a_1 i a_3 , uz granu q odnosno granu a_2 , čini obuhvatajuće stablo grafa G .

Graf G_1 na slici 3 je kreiran iz grafa G brisanjem grane a_2 . Ako sada pogledamo graf G_1 , možemo zaključiti da je proizvoljno obuhvatajuće stablo grafa grafa G_1 koje čine npr. grane a_3 , a_4 i a_5 takođe obuhvatajuće stablo grafa G .

5. MATEMATIČKI MODEL ALGORITMA

Graf G je predstavljen kao uređeni par skupa čvorova N i skupa grana L , na sledeći način:

$$G = (N, L) \quad (6)$$

Svi čvorovi skupa N su numerisani brojevima od 1 do n . Svaka grana skupa L odgovara neuređenom paru čvorova i obeležena je oznakom $a_g(i, j)$, gde indeks g predstavlja redni broj grane, dok i i j predstavljaju redne brojeve čvorova sa kojima je grana a_g konektovana.

Skup svih obuhvatajućih stabala T grafa G je predstavljen

kao unija svakog obuhvatajućeg stabla S , gde S predstavlja uniju svih grana sadržanih u posmatranom obuhvatajućem stablu.

5.1. Osnovni princip matematičkog modela algoritma

Prvenstveno je potrebno iz skupa svih grana L grafa G detektovati sve grane koje predstavljaju sopstvene petlje i mostove, nakon čega se ove grane brišu iz skupa L , uz to da je potrebno sve grane koje predstavljaju mostove dodati u skup grana koje pripadaju obuhvatajućem stablu S grafa G .

Sledeći korak jeste provera da li je skup L nakon brisanja navedenih grana postao prazan skup. U slučaju da jeste, skup S se dodaje skupu svih obuhvatajućih stabala T . Međutim, u slučaju da skup L nakon brisanja navedenih grana nije postao prazan skup, iz njega se bira grana q na osnovu koje se dalje vrši dekompozicija grafa G na grafove G_0 i G_1 .

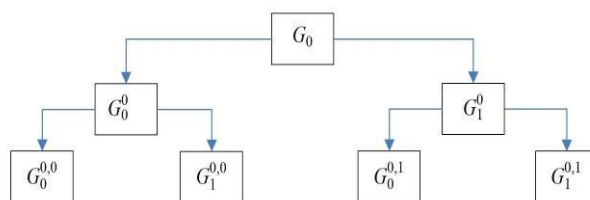
Graf $G_0(N_0, L_0)$ se kreira iz grafa $G(N, L)$ brisanjem grane q iz skupa L_0 i izjednačavanjem krajnjih čvorova ove grane u skupu N_0 , što znači da će sve grane iz skupa L_0 koje su bile konektovane sa granom q , sada biti konektovane sa čvorom koji je izjednačen. Takođe, granu q je potrebno dodeliti skupu S_0 .

Graf $G_1(N_1, L_1)$ se kreira iz grafa G prosto brisanjem grane q iz skupa L_1 .

Nakon dekompozicije, procedura se ponavlja posebno za grafove G_0 i G_1 . Proces dekompozicije za odgovarajući graf se zaustavlja u trenutku kada su iz skupa grana razmatranog grafa obrisane sve grane. Tada će se odgovarajuće obuhvatajuće stablo S naći u skupu svih obuhvatajućih stabala T grafa G .

5.1.1. Enumeracija grafova u procesu dekompozicije

Kako bismo imali tačan uvid u numeraciju grafova, uvešćemo termine graf predak i graf potomak, gde graf predak predstavlja onaj graf iz kojeg se kreiraju dva nova grafa potomka obeleženih donjim indeksom k (broj 0 ili 1). Gornji indeks predstavlja niz N_p čiji su članovi donji indeksi svih predaka, kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4 – Enumeracija usled dekompozicija

Na slici 4 se može primetiti da je svaki graf različito numerisan.

5.2. Detekcija sopstvenih petlji i mostova

Predstavljeni su matematički blok dijagrami za pronalaženje svih grana sopstvenih petlji kao i svih grana mostova sadržanih u proizvoljnom skupu grana L .

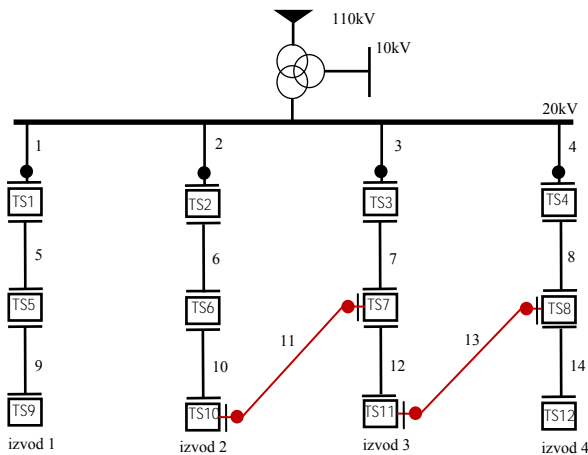
5.3. Dekompozicija grafa G

Prikazan je matematički blok dijagram algoritma za enumeraciju svih obuhvatajućih stabala neorijentisanog

grafa, uz detaljno obrazloženje svakog koraka na primeru grafa koji sadrži osam grana i pet čvorova.

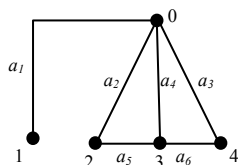
6. PRIMER PRIMENE ALGORITMA NA SLABOUPETLJANOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

U distributivnim sistemima veoma su retki primeri upetljenih mreža. Kod njih je dominantna radijalna struktura (topologija). Ipak, svaka distributivna mreža (DM) ima mogućnost da se povremeno (retko kad trajno) transformiše u slaboupetljanu strukturu. Potencijalna upetljanost DM je mala, par procenata, 3-4%. Na slici 5, predstavljena je jedna slaboupetljana DM.



Slika 5 – Slaboupetljana distributivna mreža

DM predstavljena na slici 5 se može značajno uprostiti za potrebe algoritma enumeracije stabala. Svi delovi DM koji se ne mogu razložiti na manje delove upotrebom rasklopne opreme se objedinjuju u jedan element grafa. Obzirom da rasklopnu opremu na slici 5 sadrže samo grane 1, 2, 3, 4, 11 i 13, grane 1, 5 i 9 objedinjujemo u granu a_1 grafa sa slike 6. Na isti način grane 2, 6 i 10 odgovaraju grani a_2 , grane 3, 7 i 12 odgovaraju grani a_4 , dok grane 4, 8 i 14 DM sa slike 5 odgovaraju grani a_3 grafa sa slike 6. Čvor 0 grafa sa slike 6 odgovara 20 kV sabirnici.



Slika 6 – Graf distributivne mreže

Za graf sa slike 6, matrica incidencije \mathbf{A} data je u relaciji 8, gde je čvor 0 koji odgovara 20kV sabirnici, odnosno korenu mreže, odabran kao referentni čvor. Usvojena je proizvoljna orijentacija grana:

$$\mathbf{A} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \end{matrix} & \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (8)$$

Primenom Binet-Cauchy-jeve teoreme relacija (3), dobija se da je broj obuhvatajućih stabala grafa 8. Potrebno je primeniti algoritam za dobijanje obuhvatajućih stabala na graf sa slike 6.

U prvoj iteraciji algoritma su od originalnog grafa kreirana dva grafa potomka. Nakon dekompozicije ovih grafova u drugoj iteraciji, kreirana su četiri nova grafa. U trećoj iteraciji se algoritam stopira za jedan graf budući da je dobijeno kompletno obuhvatajuće stablo, tako da se dekompozicija vrši nad tri grafa, kreiranjem šest novih grafova. U četvrtoj iteraciji se algoritam stopira za pet grafova, što znači da je određeno pet novih obuhvatajućih stabala. U toku četvrte iteracije, dekompozicija je izvršena nad jednim grafom. Kao rezultat pete iteracije dobijaju se dva nova obuhvatajuća stabla, nakon čega se algoritam u potpunosti zaustavlja.

Određeno je ukupno osam različitih obuhvatajućih stabala, što je u skladu sa Binet-Cauchy-jevom teoremom.

7. LITERATURA

- [1] V.Baltić: *Teorija grafova*; skripta za studente fakulteta organizacionih nauka koji slušaju diskretne matematičke strukture, Beograd, 2008.
- [2] B.Reljin: *Teorija električnih kola I: Rešavanje kola u vremenskom domenu*; Nauka, Beograd, 1995.
- [3] G.Kirchoff: *Über die Auflösung der Gleichungen, auf welche man bei der Untersuchungen der Linearen Verteilungen Galvanischer Stroeme gefuhrt wird*; Ann. Phys. Chem, Vol 72, 1847.
- [4] Wai-Kai Chen: *Graph theory and its engineering applications*; World Scientific, London, 1997.
- [5] J. Zang, Y.J. Mod: *A novel genetic algorithm based on all spanning trees of undirected graph for distribution network reconfiguration*; Power Syst. Clean Energy, 2014.
- [6] Richard L. Ciminis: *Hamilton Circuits in Tree Graphs*; IEEE Transactions on Circuit theory, 1966.
- [7] G.Minty: *Listing all trees of graph*; University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, April 1995.
- [8] W.S. Persival: *Solution of passive electrical networks by means of mathematical trees*; IEEE vol: 100, 1953

Kratka biografija:



Bogdan Galetin rođen je u Kikindi (Republika Srbija), 07.12.1990. god. Srednju elektrotehničku školu, smer rtv tehničar, završio 2009. god. u Zrenjaninu. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2014. god. Iste godine upisao se na master studije.

RAZVOJ APLIKACIJA SA QR KODOVIMA NA ANDROID OPERATIVNOM SISTEMU
QR CODE RELATED APPLICATION CODES DEVELOPMENT ON THE ANDROID OPERATING SYSTEMIvan Đermanović, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – QR kodovi su razvojem tehnologije i povećanjem baze korisnika postali pogodan posrednik u prenosu male količine podataka. U radu su analizirane karakteristika QR koda i potencijalne mogućnosti primene u različitim poljima. Pre svega, razmatrana je primena QR koda kao multimedijalnog posrednika između TV programa i gledalaca. Predstavljen je i praktičan deo razvoja mobilne aplikacije na Android operativnom sistemu, predviđene za korisnike QRTV reminder platforme.

Abstract – With development of technology and increase of customer base, QR codes became convenient intermediary in the transfer of small amounts of data. The paper analyses QR code features and the potential possibilities for application in various fields. First of all, the application of QR codes as multimedia mediator between TV programs and spectators. This paper presents a practical part of the development of mobile application on the Android operating system, designed for users of QRTV reminder platform.

Ključne reči: QR kod, Android, mobilna aplikacija

1. UVOD

U ovom radu opisane su karakteristike QR (Quick Response) koda i njegova primena, pogotovo kao multimedijalnog posrednika između TV programa i njihovih gledalaca, sa posebnim osvrtom na primenu u Android aplikaciji.

Dat je pregled o razvoju QR koda, strukture i vrste QR kodova, kao i opšta primena, i primena na primeru Android aplikacije. Detaljno su prikazane komponente aplikacije za očitavanje QR kodova sa televizijskih ekrana i čuvanje podataka u kalendaru telefona kao podsetnika

2. RAZVOJ QR KODA**2.1. Bar-kod**

Bar-kod je posebna vrsta slike, namenjena prenosu numeričkog ili tekstualnog sadržaja. Informacije koje opisuju određene osobine predmeta na kom se slika nalazi su na specifičan način upisane u sadržaju bar-koda.

NAPOMENA:

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

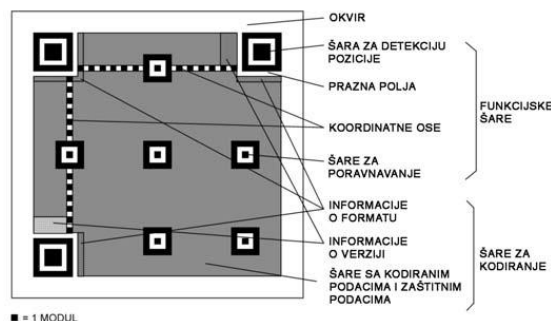
2.2. Razvoj QR koda

Usled visokog ekonomskog rasta šezdesetih godina u Japanu došlo je do potrebe za pojačanjem i pojednostavljenjem kontrole u različitim fazama proizvodnje i distribucije robe, što je postignuto postavljanjem bar-koda na svaki proizvod. Ova vrsta koda je mogla da sadrži do 20 alfanumeričkih karaktera.

Postojala je potreba za bar-kodom kojim može da se prenese više informacija, za šta je bio zadužen istraživački tim u Denso Wave Incorporated, na čelu sa Masahiro Harom.

3. STRUKTURA QR KODA

Osnovni sastavni delovi QR koda su moduli, odnosno crni i beli kvadratići koji čine kvadratnu mrežu, kao što je prikazano na slici 1. Crni kvadratići predstavljaju logičku „1“ a beli predstavljaju logičku „0“. Po ISO/IEC18004 standardu, minimalna veličina jednog modula je 4x4 tačke (eng. pixels) pri rezoluciji štampe od 300 dpi (eng. dot per inch).

Slika 1. *Struktura slike QR koda [1]*

Funkcijske šare (eng. function patterns) su:

1. šara za detekciju pozicije (eng. finder pattern)
2. prazna polja (eng. separator)
3. koordinatne ose (eng. timing pattern)
4. šare za poravnavanje (eng. alignment pattern)

Funkcijske šare su obavezni elementi QR koda. One su namenjene očitavanju koda i ne sadrže podatke.

3.1 Šara za detekciju pozicije (eng. finder pattern)

Šare za detekciju pozicije su tri velika kvadrata sa belom ivicom, smeštena u tri ugla koda: gore levo, gore desno i dole levo. Svaki od njih sastoji se od tri koncentrična kvadrata dužine stranica : 7x7 tamnih modula, 5x5 belih modula i 3x3 tamna modula, tj. sa odnosom širina modula 1:1:3:1:1. Dimenzije slike su sledeće:

W - širina (eng. width) QR koda, uključujući i okvir
H - visina (eng. height) QR koda, uključujući i okvir
X - širina modula
Q - širina okvira, $Q = 4X$.

Šare za detekciju pozicije omogućuju uređaju koji skenira kod da precizno odredi granice koda, širinu, dužinu i orijentaciju. Čitanje koda je stabilno, veoma brzo i uglavnom otporno na okolne smetnje. QR kodovi se mogu čitati u svakom položaju i iz svakog ugla, čak se mogu čitati i sa odraza u ogledalu.

3.2 Prazna polja (eng. separator)

Prazna polja, kao što im i samo ime kaže, predstavljaju razmak između svake šare za detekciju pozicije i preostalog dela QR koda. Ovaj razmak je širine jednog modula.

3.3 Koordinatne ose (eng. timing patterns)

Koordinatne ose QR koda, jedna horizontalna i jedna vertikalna, imaju širinu jednog modula. Njih naizmenično čine crna i bela polja. Horizontalna osa se proteže između gornje dve šare za detekciju, u sedmom redu modula. Vertikalna osa se pruža sa leve strane koda, od gornje leve šare za detekciju pa do donje leve šare za detekciju, u sedmoj koloni modula. Obe ose počinju i završavaju se crnim modulom.

Koordinatne ose služe za određivanje pozicije svakog modula unutar simbola i omogućavaju određivanje gustine i verzije simbola. One takođe omogućavaju skeneru da ispravno pročita kod. Šare za poravnavanje mogu biti smeštene tako da preklepe ove dve linije

3.4 Šare za poravnavanje (eng. alignment pattern)

Šare za poravnanje služe za korekciju deformacije QR koda. One liče na šare za detekciju pozicije, ali su manjih dimenzija i mogu biti smeštene po celoj površini QR koda. Broj ovih šara u QR kodu zavisi od upotrebene verzije koda, više ih je što je QR kod veći.

3.5 Okvir (eng. quiet zone)

Svaki QR kod je okružen okvirom sa sve četiri strane (okvir obuhvata ceo simbol) i širine je 4 modula kod standardnog koda a 2 modula kod mikro QR koda. Okvir ima jednaku vizuelnu refleksiju kao i svetli moduli unutar simbola. Okvir predstavlja područje bez podataka potrebno za čitanje QR koda.

3.6 Informacije o formatu (eng. format information)

Ovaj deo QR koda je rezervisan za informacije o upotrebljenom nivou korekcije greške i o korišćenju maski u posmatranom kodu. Ove informacije su kodovane kao jedan binarni broj (crna polja predstavljaju 1, a bela 0) u horizontalnom i vertikalnom smeru.

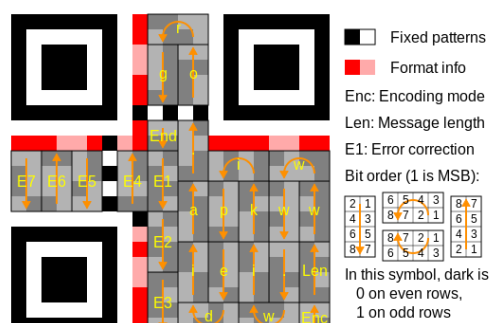
3.7 Informacije o verziji (eng. version information)

Informacije o verziji koda se nalaze unutar područja bloka od 6x3 modula u kojem se koduje podatak o verziji QR koda. Isti podatak sadržan je na dva mesta u QR kodu. Prvi blok upisan je dole levo iznad šare za detekciju pozicije a drugi, identičan blok, sa leve strane desne šare za detekciju. Za verzije QR koda niže od 7, informacija o verziji koda se ne koristi.

3.8 Kodovanje same poruke

Podaci koje želimo da upisemo u QR kod se kodiraju počevši od donjeg desnog ugla pa na gore kolonama od po dva modula širine. Kada dođemo do vrha, sledeća kolona od dva modula nalazi se sa leve strane u odnosu na prethodnu kolonu i usmerena je na dole. Svaki put kada kolona dođe do ivice, pređe u levo na sledeću kolonu uz promenu smera. Kada se dođe do vertikalne koordinate, ona se preskoči i ide se levo od nje.

Proces čitanja QR koda koji ima za poruku zapisanu web adresu www.wikipedia.org prikazan je na slici 2.



Slika 2. Primer čitanja podataka iz QR koda [1]

3.9 Veličina QR koda

Različite veličine QR koda zovu se verzije QR koda. Verzije se kreću od 1 do 40. Svaka od ovih verzija ima drugačiju konfiguraciju modula i njihov broj. Verzija 1 je najmanja verzija i označava QR kod veličine 21x21 modul, verzija 2 označava QR kod veličine 25x25 modula i tako sve do verzije 40 koja označava najveći QR kod veličine 177x177 modula.

3.10 Korekcija grešaka

QR kod ima sposobnost korekcije grešaka kako bi se u slučaju prljanja ili oštećenja koda ipak mogli rekonstruisati podaci. Postoji četiri nivoa korekcije greške. Korisnici mogu da ih odaberu prema svojim potrebama. Ovi nivoi u stvari predstavljaju četiri nivoa Rid-Solomon (eng. Reed-Solomon) algoritama za ispravku greški.

4. VRSTE QR KODOVA

4.1 QR kodovi Model 1 i Model 2

Model 1 je originalni QR kod. Najveća verzija ovog koda je verzija 14 (veličine 73x73 modula), kapacitet mu je do 1167 brojeva. Model 1 QR koda se koristi za određeni broj ranih ili zatvorenih aplikacija ali se ne preporučuje za upotrebu kod novih ili otvorenih aplikacija ili u slučajevima gde će količina podataka verovatno biti visoka.

Model 2 je tip koda na koji se obično danas odnosi pojam „QR kod“. Model 2 kao unapređena verzija Modela 1, zahvaljujući šarama za poravnanje (Alignment pattern) i šarama za detekciju pozicije (Position detection pattern), može lako da se očita čak i kada ima neka oštećenja, pri svakom uglu očitavanja i kad je odštampan na zakrivljenoj površini. Model 2 sa najvećom mogućom verzijom 40 (177x177 modula) može da sadrži i do 7.089 brojeva. Ovo je model koji se preporučuje za nove i otvorene aplikacije.

4.2 Mikro QR kod

Ovaj tip koda je napravljen kada se pojavila potreba za malim bar kodovima. Standardizovan je novembra 2004. godine kao JIS standard (JIS X0510). Jedna od glavnih odlika mikro QR koda jeste da ima samo jednu šaru za detekciju pozicije, za razliku od običnog QR koda koji zahteva tri šare u ćoškovima koda. Ovaj kod može biti ispravan čak i sa duplo užim marginama (QR kod zahteva margine širine 4 modula, a Mikro QR kod može da radi i sa 2 modula). Ova konfiguracija mikro QR koda ga čini pogodnim za štampanje na još manjim površinama nego ranije.

4.3 iQR Code

2008. godine je napravljen iQR kod, koji ima malu površinu uprkos njegovoj velikoj količini kodiranja, slika 4.6. iQR kod dozvoljava korišćenje pravougaonih modula pored uobičajeno kvadratnih. Kod je takođe evoluirao u nekoliko varijanti različitog dizajna. Može se štampati i inverzno, da bela polja označavaju logičku „1“ a crna polja logičku „0“, shodno tome ima široku primenu.

4.4 SQRC (eng. Secure Quick Response Code)

To je QR kod koji ima ograničenije čitanje podataka. Može da se koristi za skladištenje privatnih informacija ili internih podataka neke firme. Izgleda apsolutno isto kao i običan QR kod.

4.5 LogoQ

LogoQ je novi tip QR koda koji je napravljen kako bi se poboljšala vizuelna prepoznatljivost, tako što se kombinuje QR kod sa slovima ili slikama u boji.

5. PRIMENA QR KODA

5.1 Oblasti primene QR koda

-QR kodovi kao pomoć turistima

U Frankfurtu su iskoristili QR kodove da bi putnike informisali o trenutnom stanju u saobraćaju. Plakati sa QR kodovima, nazvani Info-Moduli, zalepljeni su u autobusima, vozovima i podzemnoj železnici. Skenirajući ih turisti mogu dobiti informacije o posebnim ponudama i događajima, kao i mogućim vezama za nastavak putovanja drugim prevoznim sredstvima.

-Kodovi kao sastavni deo izložbi u muzejima i galerijama
QR kodovi postavljeni na eksponatima ili pored njih mogu da sadrže mnogo više podataka o delima, nego što je to ranije bio slučaj.

6. PRIMENA QR KODA U ELEKTRONSKIM MEDIJAMA

6.1. Primeri dosadašnje primene

Na nacionalnoj japanskoj televiziji NHK je razvijen sistem koji povezuje TV signal sa GPS-om, pa svaki gledalac koji im se javi sa određenom adresom može da dobije na svom ekranu QR kod sa servisnim informacijama baš za tu lokaciju. Servis je prvobitno bio razvijen za vanredne situacije.

U Americi na kanalu The Weather Channel, tokom emitovanja vremenske prognoze se pojavljuje prvo obaveštenje za Android korisnike da će uskoro moći da skeniranjem QR koda preuzmu aplikaciju [Weather](#)

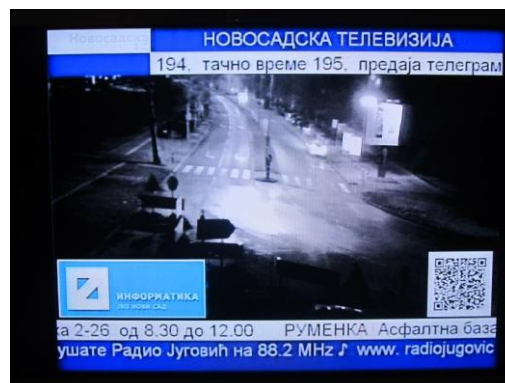
[Channel app](#) i nakon 5 sekundi se i pojavi dati QR kod. Na taj način koriste QR kod da promovišu svoj servis koji nudi prognozu, radarske mape itd.

6.2 Praktična iskustva

Eksperimenti su realizovani u periodu januar - mart 2015. god. U tom periodu emitovan je QR kod na Novosadskoj TV, u noćnom programu. U prvoj fazi emitovan je kod kvadratnog oblika, sa sledećim sadržajem:

<http://danubeteam.in.rs/Q/ABCDEFGHIJK1234567830ABCDEFGHIJK1234567850ABCDEFGHIJK1234567870ABCDEFGHIJK1234567890ABCDEFGHIJK.html>

U gornjem zapisu, dužine 121 karakter, nalazi se adresa jedne internet stranice na kojoj je bio uvodni tekst namenjen posetiocima koji su uspešno očitali QR kod sa TV ekrana. Posetioci su zamoljeni da se jave elektronskom poštom i u prethodnom periodu registrovano je nekoliko stotina poseta sajtu i desetak pisama. Na slici 3. mogu se uporediti QR kod i njegova veličina i položaj na ekranu u toku noćnog programa. Slika koda imala je dimenzije 196x196 piksela, pri čemu je svaki QR moduo imao dimenzije 4x4 piksela.



Slika 3. QR kod sa dugačkim tekstualnim sadržajem (121 karakter)

7. PRIMENA QR KODA U ANDROID APLIKACIJAMA

7.1 Uvod u Android aplikaciju

Kao primer primene QR kodova na Android platformi uzećemo aplikaciju koja sa TV ekrana iščitava kod koji je povezan sa trenutnim programom (serija, film, reklama ili najava za neku emisiju), omogućava korisniku pregled informacija i određenu akciju, u ovom slučaju pravljenje unosa u kalendar koji će služiti kao podsetnik.

Ideja procesa je sledeća: pokrene se QR čitač ugrađen u aplikaciju, očitava se kod. Na osnovu informacija dobijenih iz koda poziva se online servis koji vraća podatke o programu, kao što su naziv, opis, vreme početka i trajanje. Ti podaci se prikazuju u aplikaciji i korisniku se daje opcija da sačuva podsetnik za taj televizijski sadržaj.

7.2 ZXing

Za samo skeniranje QR kodova aplikacija koristi samostalno rešenje koje se integriše sa aplikacijom – biblioteku ZXing. ZXing ("zebra crossing") je open-source biblioteka za obradu slika sa podrškom za više

formata implementirana u Java-i, sa portovima na druge jezike.

7.3 Activities

Osnovna jedinica pri izgradnji Android aplikacije jeste Activity klasa. Svaka klasa u aplikaciji koja nasleđuje Activity klasu predstavlja jedan prozor aplikacije. Za sve interakcije korisnika sa aplikacijom postoje odgovarajuće funkcije nasleđene od Activity klase koje se pozivaju da bi se obradilo i promenilo stanje u kojem se trenutni prozor, tj. Activity, nalazi, a poziva ih sam operativni sistem. Skup ovih funkcija se naziva *Activity life cycle* ili životni ciklus.

7.4 Networking

Nakon uspešnog skeniranja QR koda, dobijamo niz od nekoliko karaktera, što je upravo informacija koja je zapisana u QR kodu. Ti karakteri nam jednoznačno određuju program ili događaj relevantan za taj QR kod. Tada je potrebno uputiti poziv ka serveru i zatražiti informacije koje su vezane za skenirani niz karaktera, tj. Taj program.

7.5 UI

Sve ono što se prikazuje na ekranu i sa čime korisnik može da interaguje pripada korisničkom interfejsu, ili UI-u – User Interface. Postoji dva načina za definisanje elemenata koji će se pojavljivati na svakom ekranu, u svakoj Activity klasi:

- 1) Dinamički – u telu onCreate metode Activity klase se inicijalizuju elementi, određuje se visina i širina, pozicija, boja, tekst i svi drugi parametri koji ga opisuju
- 2) Pomoću XML fajla – XML notacija nam omogućava da se većina karakteristika UI elemenata opiše konciznije, sa manje koda i razumljivije za ljudska poimanja.

Osnovna klasa koju nasleđuje svaki UI element jeste View klasa. Potomci te klase mogu biti samo kontejneri koji sadrže druge elemente (LinearLayout, RelativeLayout), ili mogu biti elementi sa specifičnom namenom i funkcijom (TextView, Button, ListView). U ovoj aplikaciji nije potrebna previše komplikovana struktura, tako da imamo svega nekoliko različitih tipova UI elemenata.

7.6 Calendar

Komponente koje su dosta zastupljene u Android operativnom sistemu nazivaju se su *Intent*-ovi. Koriste se za pokretanje drugih Activity klasa, drugih aplikacija koje su prilagođene za ovakvu vrstu interakcije (na primer otvaranje linka u pretraživaču, određenog profila u Facebook aplikaciji...), pravljenje poziva i slično. Takav mehanizam se koristi za pokretanje biblioteke za skeniranje QR kodova, a i za pokretanje ugrađene kalendar aplikacije.

Potrebno je prvo dodeliti instanci Intent klase parametre, u ovom slučaju to su podaci relevantni za pravljenje unosa u kalendaru. Potrebno je da se unese vreme početka, vreme kraja, naslov i opis. Ovo su podaci koje smo dobili pozivom servera, samo treba izračunati vreme kraja tako što ćemo na početak dodati trajanje. Takođe, mora se dodeliti tip akcije koju želimo da Intent obavi.

7.7 Dalji razvoj

Ideja za proširivanje i unapređivanje je mnogo, a neke koje su u planu za razvoj ovog proizvoda su:

- 1) Slanje SMS poruka
- 2) Pravljenje ToDo liste

Kod prve ideje se radi o slanju SMS poruke na broj i sa sadržinom dobijenom u odgovoru od servera nakon skeniranja QR koda. SMS bi mogao biti humanitarne sadržine, glasanje za neku od opcija koje su tema trenutnog programa, kupovina...

Što se drugog slučaja tiče, formirala bi se lista sa svim programima ili akcijama koje su skenirane i prikazivala bi se u samoj aplikaciji, na šta bi korisnik uvek mogao da se vrati, revidira, izmeni, ponovo pogleda. Takođe, postoji mogućnost otvaranja sadržaja preko web linka u nekoj eksternoj aplikaciji, na primer preko YouTube-a, pretraživača...

8. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena analiza osnovnih karakteristika QR koda kao jednog od interesantnih grafičkih posrednika između različitih medija. Navedene su njegove osnovne karakteristike, kao i oblasti primene.

U praktičnom delu rada opisan je rad sistema od dve komponente, klijent-server, čiji cilje jeste uvođenje QR koda u TV program, sa posebnim akcentom na Android aplikaciji.

Zahvaljujući open-source implementacijama kao što je ZXing biblioteka moguća je brza i jednostavna implementacija skeniranja QR kodova, a brzi razvoj mobilnih uređaja nam omogućava da korišćenje ove funkcionalnosti bude lako i brzo. Tehnologija je pokazala svoje mogućnosti, dalje primene su ograničene samo ljudskom maštom.

9. LITERATURA

[1] <http://www.qrcode.com> DENSO WAVE INCORPORATED.

[2] A Review on 1D & 2D Barcode with QR Code Basic, Structure and Characteristics, Rathod Rinkalkumar M, PG Student, E.C Dept., Parul Institute of Engg. & Tech., Vadodara. Gujarat, India.

[3] http://eprints.grf.unizg.hr/1605/1/DB271_Janko_Kristina.pdf, mart 2015.

[4] <https://www.wikipedia.org/>

[5] <http://stackoverflow.com/>

Svim stranicama pristupljeno je u septembru 2016.

Kratka biografija:



Ivan Đermanović rođen je u Novom Sadu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Signali i sistemi odbranio je 2017. god.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

RAZVOJ APLIKACIJA SA QR KODOVIMA NA iOS OPERATIVNOM SISTEMU**QR CODE APPLICATIONS FOR IOS OPERATIVE SYSTEM**Radomir Živojinović, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, novi sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – QR kodovi su razvojem tehnologije i povećanjem baze korisnika postali pogodan posrednik u prenosu male količine podataka. U radu su analizirane karakteristika QR koda i potencijalne mogućnosti primene u različitim poljima. Pre svega primena QR koda kao multimedijalnog posrednika između TV programa i gledalaca. Predstavljen je i praktičan deo razvoja mobilne aplikacije na iOS operativnom sistemu, predviđene za korisnike QRTv reminder platforme.

Abstract – With technology development and increase of customer base, QR codes became convenient intermediary in the transfer of small amounts of data. The paper analyses QR code features and the potential possibilities for application in various fields. First of all, the application of QR codes as multimedia mediator between TV programs and spectators. This paper presents a practical part of the development of mobile application on the iOS operating system, designed for users of QRTv reminder platform.

Ključne reči: QR kod, QR aplikacije, iOS aplikacije

1. UVOD

Pre pojave novih generacija mobilnih telefona, QR kodovi su bili čitljivi samo posebnim laserskim skenerima što ih je činilo nepraktičnim za upotrebu velikom broju ljudi. Prema načinu upisivanja informacija razlikujemo više desetina različitih standarda za generisanje linijskih (1-D) i matričnih (2-D) bar-kodova. Među njima se posebno ističe jedna vrsta matričnog koda pod nazivom QR (engl. Quick Response) kod [1].

Sa pojavom mobilnih telefona sa kamerama i aplikacijama koje očitavaju QR kod, naglo je porastao broj njegovih korisnika. U 2011 godini komercijalizovan je i u telekomunikacijama. Danas je gotovo svaki mobilni telefon ujedno i QR kod skener. Stoga, u današnje vreme oni predstavljaju nov i pristupačan način povezivanja korisnika sa određenim sadržajem na globalnoj mreži. Cilj ovog rada jeste analiza karakteristika QR (engl. Quick Response) koda i kao i sagledavanje mogućnosti njegove primena u različitim poljima, a naročito kao multimedijalnog posrednika između TV programa i njihovih gledalaca.

Sistem primene QR kodova u svrhu podsetnika za TV program se sastoji iz dve odvojene celine:

NAPOMENA:

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

Predajnog dela – što predstavlja Internet aplikacija koja se izvršava na serveru (server side) i

Prijemnog dela – koji predstavljaju android i iOS aplikacije za mobilne uređaje

U ovom radu, akcenat je na prijemnom delu, stoga, u daljem tekstu će biti predstavljena njeno praktična realizacija.

2. QR KOD, PODELA I KARAKTERISTIKE

QR kodove možemo podeliti na:

Online kodove (to su QR kodovi koji zahtevaju internet konekciju jer vode korisnika direktno do veb sajta)

Offline kodove (to su QR kodovi koji ne zahtevaju internet konekciju jer sadrže u sebi informaciju kao što je adresa, broj telefona, tekst isl.). Preuzete informacije mogu se dalje obrađivati po potrebi.

QR kod se po načinu formatiranja može podeliti na statički i dinamički QR kod. Statički QR kodovi se odnose na one koji u sebi nose informaciju koja se ne menja. Autor koda generiše sliku koristeći neki od mnogih sajtova predviđenih za tu namenu, u QR kod direktno upisuje sve planirane podatke i svako očitavanje ima za rezultat iste korake. Nasuprot tome, kod dinamičkog QR omogućena je promena podataka od strane vlasnika. Osnovna sadržina dinamičkog QR koda jeste kratka URL adresa, sa koje se indirektno očitavaju podaci. Ovakava indirektni pristup omogućava promenu informacija po želji ili u određenim vremenskim intervalima.

Sposobnost promene daje mogućnost da se npr. u toku marketinške kampanje vrše potrebna prilagođavanja u skladu sa odzivom i potrebama. Kod dinamičkog QR koda moguće je i statističko praćenje broja i drugih karakteristika skeniranja koda.

Najvažnije osobine QR koda, koje ga čine brzim i pouzdanim su veliki kapacitet podataka koje može da sadrži (može da kodira nekoliko stotina cifara za razliku od konvencionalnih bar kodova) i mala površina koju zauzima (bilo da se štampa ili prikazuje na TV ekranu kao što je to interesantno u ovom radu, kodira podatke i horizontalno i vertikalno što zahteva manje prostora u poređenju sa bar kodovima).

Pored toga, QR kod poseduje mogućnost prenosa Kanji i Kana simbola kao i visoku rezistentnost na oštećenja (kod se može uspešno dekodirati i pri većim oštećenjima, maksimalno 30% reči može da se vrati). Zbog dobre čitljivosti iz bilo kog pravca moguće je lako i brzo

prepoznavanje koda od strane skenera iz bilo kog ugla (čak i u ogledalu).

Neke od oblasti primena QR koda jesu:

- Vizit karte- mogu da sadrže naziv, adresu, sajt, blog.
- Reklame-može da povezuje prosepkte sa videom proizvoda ili sa stranicama za kupovinu
- QR kodovi za pakovanje proizvoda-preusmeravanje klijenata na stranice sa korisnim resursima kao što su telefonski brojevi korisničkih servisa i uputstva za upotrebu
- Edukacija- QR kode mogu koristiti studentima da kreiraju svoje biografije koje su povezane sa drugim sadržajima kao što su profesionalni web sajtovi
- Plaćanjem putem koda- u novembru 2012 godine velika količina plaćanja pomoću QR kodova je zabeležena u Češkoj. Kodovi su korišćeni za snimanje informacija o bankovnom računu i ostalih informacija o kreditnim/debitnim karticama.
- Web autentifikacija - QR kodovi su prikazani na stranicama za logovanje korisnika i korisnik koji skenira kod se automatski autentifikuje
- Kreiranje kampanja za povećanje pratilaca na socijalnim mrežama - Korišćenje QR koda sa linkom ka socijalnim mrežama na štampanim oglasima, fragmentima ili u potpisu elektronske pošte

Najveća primena QR kodova jeste reklamna. Na području SAD u 2011. godini sadržaj QR kodova korišćenih u reklamne svrhe najvećim udelom su bile informacije o produktu [2].

3. POSTUPAK KORIŠĆENJA QR KODA

Postupak preuzimanja QR koda može se opisati na sledeći način:

- Krajnji korisnik instalira besplatnu aplikaciju na svoj mobilni uređaj,
- Korisnik uočava sadržaj (poster, reklamu, plakat...) na kom se nalazi QR kod. Ako mu je sadržaj privukao pažnju, on aktivira mobilni telefon ili drugi uređaj i pokrećegorepomenutu aplikaciju
- Usmerava kameru mobilnog telefona na bar kod
- Aplikacija automatski očitava sadržinu koda
- U zavisnosti od namene koda korisnik se zatim usmerava dalje.

Primena koda je prisutna u različitim poljima. Ukoliko je prikazan tzv. SMS kod, aplikacija je pripremila poruku za slanje na određen broj. Ako je to bila elektronska vizit karta, u imenik telefona dodaju se kontakti sa svim potrebnim informacijama.

Takođe, sadržaj koda može biti i u obliku tekstualne poruke ali najčešće je to link na neku internet adresu gde će korisnik biti dalje usmeren na željeni sadržaj ili aktivnost.

Do ostvarivanja veze između fizičkog sveta sa multimedijalnim sadržajima na internetu dolazi kada sadržina QR koda skeniranog iz časopisa, bilborda, flajera ili nekog

drugog štampanog izvora, odvede korisnika na neki sajt, društvenu mrežu, Google mapu.

Upravo ova veza se smatra najvažnijom karakteristikom QR koda i predstavlja potpuno nov vid komunikacije. Trenutno postoje online alati koji olakšavaju generisanje QR kodova u realnom vremenu, te više za pravljenje QR koda nije neophodno veliko predznanje.

4. PRIJEMNI DEO

Razvoj cele platforme je počeo idejom o upotrebljivosti QR koda u okviru TV emisije, zatim proučavanjem neophodnih tehnologija kako bi cela platforma što prostije funkcionisala i kako bi postala skalabilna i modularna za kasniji razvoj. Kada je predajni deo završen prišlo se implementaciji prijemnog dela, iako je prijemni deo dobrim delom osmišljen i konstruisan i pre završetka predajnog dela, jer je osnovna arhitektura bila osmišljena.

iOS aplikacija *QRTvReminder* pisana je u *Objective C* jeziku, trenutno jednom od dva jezika u kojima je moguće pisati iOS nativne aplikacije. *Objective C* je izabran kao stabilni jezik, jer drugi – Swift je još uvek jezik koji se razvija.

Sam prijemni deo ima više pod-delova

- Skeniranje bar koda
- Komunikacija sa predajnim delom
- Obrada podataka dobijenih od predajnog dela
- Manipulisanje podacima (deljenje, snimanje u kalendar)

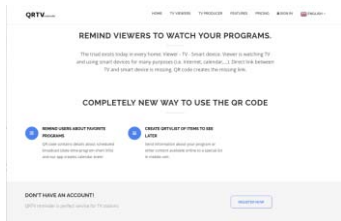
Pored toga prijemni deo ima potencijal za dalji razvoj što će biti kasnije opisano:

- Putem pametnih notifikacija
- Putem takozvane buisness to buisness logike, korisničkog interfejsa koji je brzo izmenljiv u zavisnosti od želja krajnjeg korisnika

U nastavku rada prijemni deo će biti objašnjen iz dva ugla, prezentacionog odnosno iz ugla korisnika i iz ugla samog razvoja aplikacije, tehnologija koje su korišćene, metodologija i ostalih aspekata usko vezanih za sam razvoj iOS aplikacije.

Aplikacija po pokretanju prikazuje početni ekran, koji je nazvan *StartViewController*, ekran je prost i intuitivan i pruža korisniku opciju za skeniranje. Pritiskom na dugme *Scan* otvara se sledeći ekran – “*ScanViewController*”. koji omogućava skeniranje QR koda. Ovaj ekran je iz ugla korisnika takođe vrlo jednostavan i pruža dve opcije, povratak na prethodni ekran, ili skeniranje QR koda ukoliko se nalazi u okvirima i ukoliko je dovoljno blizu samog aparata. Sama blizina aparata je nešto što nije jednostavno definisati, jer zavisi od različitih parametara, blizine televizora, kvaliteta kamere uređaja i veličine QR koda na ekranu. Za skeniranje bar koda je korišćena *open source* biblioteka [MTBBarcodeScanner](#) koja se oslanja na nativni Apple bar kod čitač. Biblioteka je korišćena jer sam akcenat ovog rada nije na dekodovanju QR koda, već na njegovoj praktičnoj i komercijalnoj primeni. Ukoliko je ekran skeniran uspešno, prijemna strana komunicira sa

predajnom. Predajna strana kroz QR kod šalje tekst koji je zapravo link ka sajtu predajne strane na kom se može videti kako se mogu preuzeti iOS i Android aplikacije (slika 4.1). Ukoliko korisnik ne poseduje QRTvReminder aplikaciju nego neku klasičnu aplikaciju za čitanje QR kodova, link će ga odvesti na tu stranicu. Međutim, ukoliko koristi QRTvReminder aplikaciju, na prijemnoj strani dodaje se tekst "json" na link i pristupa se JSON objektu koji se nalazi na predajnoj strani. Ovaj objekat se skida pomoću aplikacije koja njime manipuliše na prijemnoj strani i prikazuje ga krajnjem korisniku na odgovarajući način.



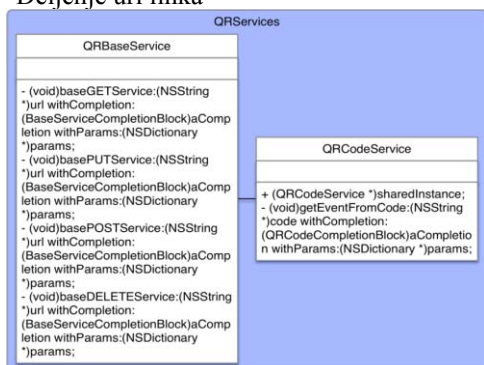
Slika 4.1 Opšti sadržaj stranice na predajnoj strani

Povezivanje sa predajnim delom vrši se pomoću klase *QRCodeService*, ukoliko je poziv ka predajnom delu uspešan, pokreće se nov ekran na kome se nalaze detalji događaja od važnosti. Ukoliko poziv nije uspešan prikazuje se odgovarajuće obaveštenje i ponovo pokreće skeniranje. Komunikacija sa predajnim delom vrši se pomoću *QRCodeService* klase, koja nasleđuje osnovnu *QRBaseService* klasu, koja rukuje svim web pozivima, i u zavisnosti od ulaznih parametara klasi koja je nasleđuje vraća neophodne podatke, ili je obaveštava o neuspehoj operaciji u slučaju neuspeha zbog nekog od brojnih razloga: nepostojeća ili loša konekcija, loši ulazni parametri, nepostojeći odziv predajne strane itd.

Arhitekturu prijemnog dela koji komunicira sa predajnim prikazuje Slika 4.2. U trenutnoj fazi razvoja koristi se samo *GET* deo arhitekture ali realno je očekivati da će sa razvojem aplikacije biti neophodni i ostali delovi. *QREvent* je model klasa sa parametrima koji odgovaraju podacima od važnosti za određeni događaj.

U trenutku pisanja rada postoje tri tipa događaja:

- TV emisija
- Slanje SMS-a
- Deljenje url linka



Slika 4.2 Arhitektura prijemnog dela

Ukoliko je događaj TV emisija, parametri *title*, *desc*, *startTime* i *duration*, daju informacije o naslovu emisije, opisu, vremenu početka i trajanju, respektivno. Ukoliko je događaj slanje SMS – a na određeni broj, parametri *messagePhoneNumber*, *messageContent* daju informacije o broju na koji se šalje SMS i sadržaju poruke. Ukoliko je događaj deljenje url linka, parametar *shareUrl* sadrži link od važnosti.

Podaci dobijeni od predajne strane se obrađuju putem *initWithDictionary* metode koja popunjava model.

Ukoliko bi korisnik skenirao QR kod, prijemna strana bi, kao što je opisano, dodala tekst "json" na link dobijen iz skeniranog QR koda i generisala novi link na kome bi se nalazio JSON objekat (kod 1). Ovaj objekat se serijalizuje u *QREvent* model koji se kasnije prilično jednostavno može prikazati korisniku i kojim se može lako dalje manipulirati.

```

1 {
2     "title": "Brazde - RTV Novi Sad 1",
3     "desc": "Emisija o savremenoj poljoprivredi",
4     "startTime": 1478286000,
5     "duration": 5400
6 }

```

Kod 1 Primer primene JSON objekta

U slučaju da su svi neophodni podaci dobijeni, neophodno ih je prezentovati krajnjem korisniku, što se odvija u *AddEventViewController* klasi. Ovaj ekran (Slika 4.3) pruža opcije dodavanja emisije u kalendar, deljenja linka i slanja SMS-a. Kako je tip događaja TV emisija, slanje SMS – a je onemogućeno što se vidi jer je dugme sivo. Ovaj ekran se prezentuje putem pomoću *AddEventViewController* klase. Metode za snimanje u kalendar, deljenje linka i slanje SMS-a su *addEventAction*, *shareAction* i *sendSMSAction*, respektivno.



Slika 4.3 Ekran sa ponuđenim opcijama

Ukoliko je moguće dodati emisiju kao događaj (date su neophodne dozvole od strane korisnika), događaj se dodaje asinhrono i po izvršenju korisnik je obavešten dijalogom sa odgovarajućim tekstom. Korisnik će biti obavešten pola sata pre emisije, da će emisija uskoro biti na programu, i ukoliko ne ukloni obaveštenje biće

obaveštavan još nekoliko puta do samog početka (frekvencija obaveštavanja zavisi od verzije operativnog sistema). Dodatna pogodnost jeste ta da će korisnik ukoliko koristi Apple desktop uređaj (iMac, Macbook, Mac mini itd) sa istim apple Id kredencijalima, takođe biti obavešten o emisiji i na desktop uređaju.

5. DALJI RAZVOJ

Postojeća platforma ima veliki potencijal za dalji razvoj i eksponencijalni rast. QR kodovi su već postali deo svakodnevnice, korisnici su naviknuti na često korišćenje, pri tome aplikacija ih ne koristi na klasičan način za samo deljenje linkova već u njima skladišti nešto čime korisnik platforme može da manipuliše. Kako korisnici platforme mogu da odaberu različite pakete usluga u zavisnosti od potreba, moguće je da će u budućnosti korisnici platforme imati i različite zahteve i drugačije potrebe.

Jedan od potencijalnih načina na koji bi se aplikacija mogla unaprediti jeste naplaćivanje usluga korisnicima platforme za same emisije i njihovo praćenje. Primera radi, korisnik bi skenirao QR kod za vreme trajanja reklama o nekoj TV seriji, u tom trenutku, korisnik dobija mogućnost dugoročnog dobijanja informacija o toj TV seriji putem pametnih notifikacija.

Drugi primer bi se odnosio na vesti. Korisnik za vreme uvoda za određene vesti, vidi vest koja ga ne zanima u mnoštvu drugih vesti koje mu nisu interesantne. U tom trenutku skenira QR kod vezan za konkretnu vest i u mogućnosti je da kontinualno prati razvoj situacije vezan za tu vest.

Pojedinačni vlasnici emisija i programa takođe mogu da se na neki način utrkuju brojem i učestalošću QR kodova u njihovim reklamama, pa i sadržajem i količinom sadržaja u njima.

Takođe moguće je integrisati i logiku plaćanja i na prijemni deo, ne samo predajni, korisnik koji doplati dodatno, može da čita posebne QR kodove, može da čita kodove sa različitim namenom, različit broj kodova i sl. Naravno, u samom razvoju proizvoda bitno je ne preopteretiti korisnike, jer je period stvaranja baze lojalnih korisnika krucijalan u razvoju dugoročno održive platforme. Na primeru startup proizvoda poput AirBnB, Dropbox ili Stripe-a, da se videti da logika u kojoj se osnovna verzija daje korisnicima bez naknade, a napredne opcije su dostupne samo tzv. Premium korisnicima uz korišćenje Lean metodologije za uporedno razvijanje proizvoda daje najbolje rezultate na tržištu modernih inovativnih rešenja [3].

Iz ugla firme koja proizvodi platformu, na tržištu se izdvaja jer za kraće vreme i za manju cenu predaje proizvod klijentu, dok je to suštinski isti proizvod sa različitim dizajnom.

Sve što je neophodno jeste da neka tema nasledi *QRTheme* i izmeni postojeće parametre. U konkretnom slučaju tema koja to radi je *QRThemeDefault*. Postoji ideja da se u kasnijem razvoju aplikacije svi podaci vezani za temu iščitavaju iz fajla koji bi bio struktuiran na specifičan način kako bi osoba koja nema programersko predznanje lako promenila temu čitave aplikacije. I tako prilagodila osnovnu verziju aplikacije dizajnu firme koja je iznajmljuje.

Implementacija takvog načina prilagođavanja dizajna je nešto komplikovanija, ali bi u budućnosti uštedela puno vremena, te je jedan od vidova unapređenja prijemne

strane koji se aktivno razmatra. U kasnijem razvoju aplikacije da bi se potpuno iskoristila ova mogućnost, potrebno je boju, font ili veličinu pozvati pomoću *qrTheme* makroa. Struktura teme prijemnog dela prikazana je na slici 5.1. Plavom bojom obeleženi su protokoli koje implementiraju teme koje određuju izgled aplikacije. Ukoliko bi postojalo više tema aplikacije polje *QRTheme* bi se umesto kao na slici granalo na više pod-tema.



Slika 5.1 Struktura teme prijemnog dela

6. ZAKLJUČAK

Kroz rad su analizirane osnovne mogućnosti QR koda kao jednog od najinteresantnijih medija za razmenu informacija između različitih platformi, analizirane su namene, karakteristike i sama primena.

Praktični deo rada opisao je primenu ovih znanja na eksperimentu, čiji je cilj korišćenje QR koda u TV programu, rad je konkretno opisao implementaciju ovih znanja na prijemnoj strani na iOS operativnom sistemu.

Takođe, razvoj ove platforme je i primer modernog razvoja predajne i prijemne strane u modifikovanoj lean metodologiji, koja se može ponovo iskoristiti za praktičnu implementaciju novih ideja. U trenutku pisanja rada postoje tri mogućnosti korišćenja QR koda:

- TV emisija
- Slanje SMS-a
- Deljenje url linka

Pored ovih mogućnosti postoji i veliki potencijal za dalji razvitak ove platforme i na predajnoj i prijemnoj strani. Komercijalna vrednost ove platforme trenutno nije laka za procenu, ali sigurno je da postoji veliki potencijal, kao i mogućnosti za unapređivanje postojeće platforme kako na tehničkim aspektima tako i na komercijalnim.

7. LITERATURA

[1] A Review on 1D & 2D Barcode with QR Code Basic, Structure and Characteristics, Rathod Rinkalkumar M, PG Student, E.C Dept., Parul Institute of Engg. & Tech., Vadodara, Gujarat, India.

[2] Probst, A. (2012). The Expectations of Quick Response (QR) Codes in Print Media : An Empirical Data Research Anthology Number of QR Codes Printed in the Top 100 Magazines (Jan-Dec 2011), 1–13.

[3] <https://pando.com/2014/01/24/memo-to-stripe-winning-the-hearts-of-valley-startups-is-not-winning-payments/>

Kratka biografija:



Radomir Živojinović rođen je u Novom Sadu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Signali i sistemi odbranio je 2016.god.



Željen Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

NETEHNIČKI GUBICI U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA NON-TECHNICAL LOSSES IN DISTRIBUTIVE NETWORKS

Jovana Samardžija, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ENERGETIKA, ELEKTRONIKA I TELEKOMUNIKACIJE

Kratak sadržaj – U ovom radu je razmatran problem neovlašćene potrošnje električne energije (najznačajniji oblik netehničkih gubitaka). U tu svrhu opisana je arhitektura naprednih mreža i mogućnosti primene naprednih brojila. Softver korišćen za verifikaciju prikazanog modela realizovan je u programskom jeziku Fortran 90.

Abstract – In this paper, simulation of non-technical losses is presented. Calculation is simulated in one consumer node and influences upon distributive network state are presented. Some of the characteristics of smart grid networks are as well part of the paper. The software tool has been implemented in the Visual Studio FORTRAN software package.

Ključne reči: netehnički gubici, AMI, proračun tokova snaga, distributivne mreže

1. UVOD

Pouzdana i kvalitetna isporuka električne energije predstavlja jedan od najvažnijih činilaca kako pojedinačnih tako i velikih industrijskih objekata. To su razlozi da koncept budućih električnih mreža ima za cilj da poveća pouzdanost, kvalitet i sigurnost sistema. Da bi se ti ciljevi ostvarili potrebno je imati više informacija o aktivnostima i stanju u distributivnim mrežama [1].

Prenos i distribuciju električne energije prate i njeni neizbežni gubici [2]. Oni ne mogu potpuno da se izbegnu, ali se realizacijom efikasnih elektroenergetskih sistema mogu svesti na najmanji mogući nivo [3]. Generalno, gubici mogu da se podele na:

- Tehnički: nastaju pri uključenju postrojenja pod napon i zbog proticanja električne energije kroz mrežu.
- Netehnički: nenaplaćena potrošnja, bez obzira da li su nastali kao posledica brojila koje je u kvaru, grešaka u računima za naplatu, ili manipulacije brojilima (neovlašćena potrošnja električne energije), koja predstavlja najčešći uzrok netehničkih gubitaka [4].

S problemom netehničkih gubitaka susreću se kako razvijene, tako i zemlje u razvoju. Njihova procena na godišnjem nivou je:

- SAD šest milijardi \$ [5];
- Italiji samo usled neovlašćene potrošnje 1200 GWh dok nisu uložili novac u modernizaciju mreže [1];
- Španija oko 34÷45 % od ukupnih gubitaka [5];

NAPOMENA:

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

- Indiji oko 4,5 milijarde \$ u 2004. godini [1];
- Holandiji oko 23% ukupnih gubitaka [1];
- Urugvaj krajem 2014. godine oko 19% [6].

Od interesa za razmatranje u ovom radu su netehnički gubici nastali usled neovlašćene potrošnje. U radu je prikazan model dela distributivne mreže koja napaja 17 potrošačkih čvorova sa dva izvoda. U svaki potrošački čvor ugrađeno je napredno brojilo sa kog se dobijaju podaci u realnom vremenu. Da bi se pokazao uticaj neovlašćene potrošnje na promenu modula napona i tehničkih gubitaka, dodatno opterećenje je simulirano u jednom od potrošačkih čvorova.

Modernizacijom infrastrukture energetske mreže omogućena je primena novih tehnologija, koje obezbeđuju automatizaciju sistema i na taj način povećavaju njegovu efikasnost, pouzdanost i sigurnost. Jedna od ključnih tehnologija koja se koristi u svetu je napredna infrastruktura merenja (eng. Advanced Metering Infrastructure - AMI).

Rad se sastoji od šest celina. Nakon uvoda, u drugoj celini predstavljena je podela gubitaka u elektroenergetskim sistemima. Arhitektura napredne infrastrukture merenja opisana je u trećem, a matematički model proračuna tokova snaga i detekcije netehničkih gubitaka u četvrtom delu. U petoj celini predstavljen je zaključak, dok je u šestoj referentno navedena korišćena literatura.

2. VRSTE GUBITAKA U ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA

1.1 Tehnički gubici

Tehnički gubici nastaju kao posledica stavljanja postrojenja pod napon i proticanje struje kroz električnu mrežu. Veličina ovih gubitaka zavisi od električnih karakteristika elemenata mreže i uspostavljenog režima (vrednosti struje koja protiče kroz elemente). Njihove vrednosti ne mogu apsolutno tačno da se odrede, čak ni primenom savremenih računarskih aparata [7] (zbog veoma velikog broja elemenata i različitih intenziteta struja koje kroz te elemente protiču).

Tehnički gubici sa stanovišta uzroka nastanka mogu se podeliti na [7]:

- gubici nezavisni od opterećenja,
- gubici zavisni od opterećenja.

Gubici nezavisni od opterećenja, tzv. gubici praznog hoda se pojavljuju bez obzira da li potrošači koriste električnu energiju ili ne. Gubici zavisni od opterećenja su direktna posledica potražnje električne energije od strane potrošača. Njihov intenzitet nije vremenski konstantan već se menja sa kvadratom opterećenja.

1.2 Netehnički gubici

Netehnički (komercijalni) gubici predstavljaju razliku evidentirane nabavljene i isporučene prodane električne energije [7]. Ovi gubici se javljaju kao posledica nesavršenosti organizacije eksploatacije sistema, nesavršenosti uređaja za registraciju protoka električne energije, kvarova na postrojenjima, kao i neovlašćenog korišćenja električne energije.

To su:

- neregistrovana potrošnja električne energije,
- razlike u registrovanju potrošnje zbog tolerancije mernih uređaja,
- potrošnja električne energije pri kvarovima u postrojenjima.

Kada se rezimira analiza komercijalnih gubitaka može se konstatovati:

- da ovi gubici egzistiraju u obliku veoma varijabilnih veličina,
- da ih je gotovo nemoguće odrediti računskim putem,
- da mogu biti pozitivni i negativni.

Dva velika izvora netehničkih gubitaka (NG) su: kvarovi opreme i neovlašćena potrošnja (krađa) električne energije. NG izazvani kvarom opreme su retki (mogu nastati kao posledica stradanja opreme posle nevremena, dotrajlosti i neodržavanja opreme). Iako su takvi kvarovi retki, prilikom izbora opreme uzimaju se u obzir vremenske prilike područja gde se oprema instalira [8].

Najveći NG predstavlja krađa električne energije, kao takvi nekada se smatraju jedinim netehničkim gubicima [8]. Iako su koncentrisani u NN mreži (domaćinstva, manji komercijalni i manji industrijski objekti), oni utiču na kompletnu mrežu.

Generalno, NG ima izrazito promenljive vrednosti tako da ih je veoma teško izračunati. Ipak, njihov negativan uticaj na celokupan energetski bilans, zahteva da se bar što tačnije procene. Cilj ovog rada je detektovanje i identifikacija aktivnosti u NN mreži koje dovode do povećanja NG.

3. NAPREDNA BROJILA

Napredno merenje obezbeđuje dvosmerni protok informacija između naprednih brojila i definisanih učesnika na tržištu [9].

1.3 Arhitektura naprednog merenja

Advanced Metering Infrastructure (AMI) je sistem naprednih brojila, koncentratora podataka, dvosmernih komunikacionih mreža i sistema upravljanja podacima. Njihovom primenom omogućena je razmena mernih podataka i drugih informacija između distributivnih preduzeća i njihovih kupaca [9]. Napredna brojila komuniciraju koristeći Power Line Communications (PLC) i radio frekvenciju (RF) sa koncentratorima u okviru Neighbour Area Network (NAN). Ova mreža je uobičajeno ograničena na određeno geografsko područje (obično na nivou transformatorske stanice).

1.4 Načini manipulacije naprednim brojilima

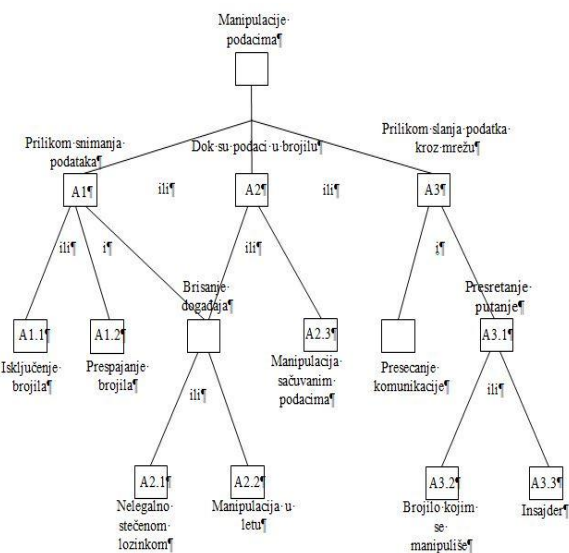
Da bi se razumela strategija neovlašćene upotrebe

električne energije pomoću AMI uređaja [10], u ovom delu predstavljen je model „stablo napada“.

Jedini uslov za neovlašćenu upotrebu električne energije je manipulacija podacima:

- prilikom snimanja podataka (elektromehanička manipulacija),
- dok su podaci još uvek u brojilu,
- prilikom slanja podataka kroz mrežu.

Struktura „stablo napada“, sa napadima neophodnim da se počini neovlašćena upotreba električne energije, prikazana je na slici 1.



Sl. 1. Struktura „stablo napada“ [14]

4. MATEMATIČKI MODEL I DETEKCIJA NETEHNIČKIH GUBITAKA

1.5 Proračun tokova snaga

Proračun tokova snaga se sastoji u proračunu promenljivih stanja (odnosno, kompletnog režima) distributivne mreže (DM), na bazi poznatog napona izvora napajanja mreže (korena) i poznatih potrošnji u svim čvorovima mreže. Metod sumiranja struja, predstavlja iterativni postupak za proračun tokova snaga radijalnih DM [11].

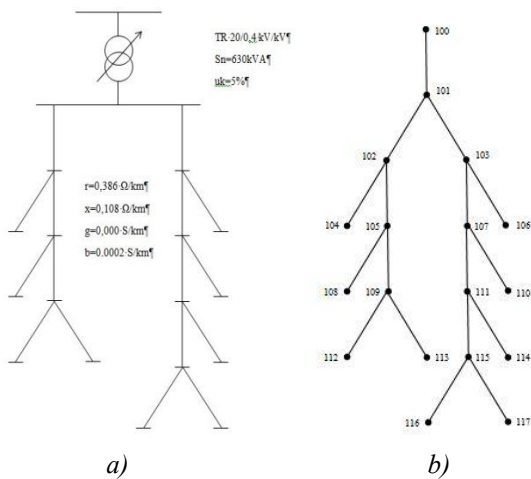
1.6 Opis test distributivne mreže

Test DM sastoji se od Tr 20/0,4 kV/kV preko koje se napaja NN mreža sa dva distributivna izvoda, sa ukupno 16 deonica i 17 potrošača, slika 2a.

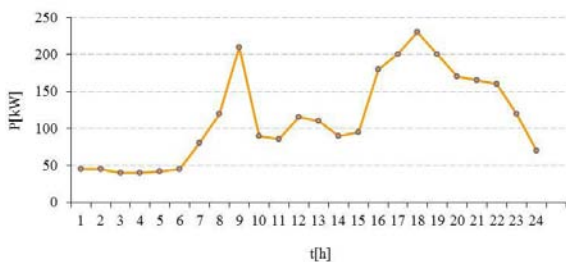
Parametri transformatora i vodova su dati na slici, a dužine deonica u tabeli 1. Prikaz test DM po lejerima dat je na slici 2b. Dnevni hronološki dijagram osnovnog opterećenja izvoda 102 i 103 prikazani su na slikama 4 i 5, respektivno.

Tabela 1. Dužine deonica distributivne test mreže

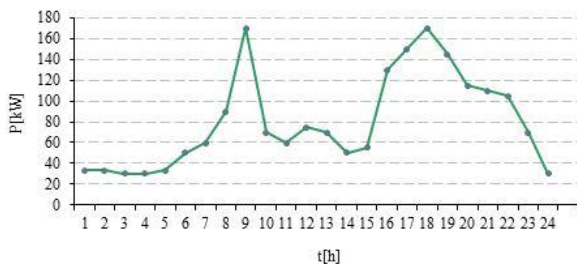
Deonica	101-102	101-103	102-104	102-105	103-106	103-107	105-108	105-109	107-110	107-111	109-112	109-113	111-114	111-115	115-116	115-117
l[m]	130	150	60	80	70	90	100	80	90	90	95	80	100	110	90	80



Sl. 2. Test distributivna mreža



Sl. 3 DHD – osnovno aktivno opterećenje izvoda 102

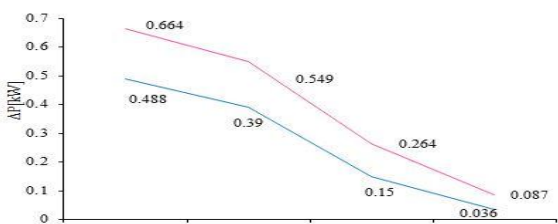


Sl. 4 DHD – osnovno aktivno opterećenje izvoda 103

1.7 Simulacija dodatnog opterećenja u NN mreži

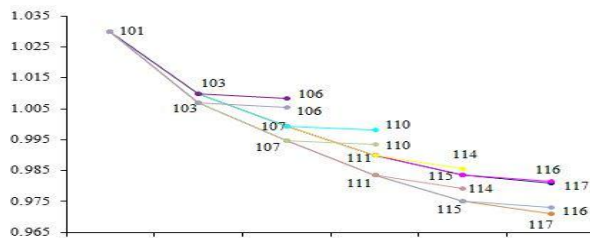
Dodatno opterećenje u čvoru 117

Razmatra se primer sa dodatnim opterećenjem, od $P=22$ kW $\cos\phi=0,8$ (ind), na izvodu 103 u trenutku maksimalnog opterećenja (18 h). Preko izvoda 103 napajaju se grane {106, 107, 110, 111, 114, 115, 116, 117}. Dodatno opterećenje ima za posledicu povećanje: opterećenja grana 103 i 102 za 13% odnosno 9,6%, u odnosu na njihovo osnovno opterećenje, respektivno. Dodatno opterećenje od 22 kW rezultuje povećanjem ukupnih tehničkih gubitaka aktivne snage za 0,84 kW (sa 5,89 kW na 6,73 kW) i reaktivne snage za 0,23 kVAR (sa 5,49 kVAR na 5,72 kVAR). Uticaj na gubitke aktivne snage prikazan je na slici 5.

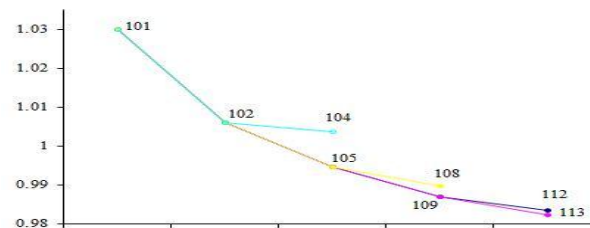


Sl. 5. Uticaj dodatnog opterećenja od 22 kW u čvoru 117 na gubitke aktivne snage

Promena modula napona ovog dela mreže predstavljena je na slici 6. Maksimalna promena modula napona je u čvoru 117 i iznosi 1,0154%. Treba naglasiti da dodatno opterećenje nije izazvalo promene napona na izvodu 102, slika 7.



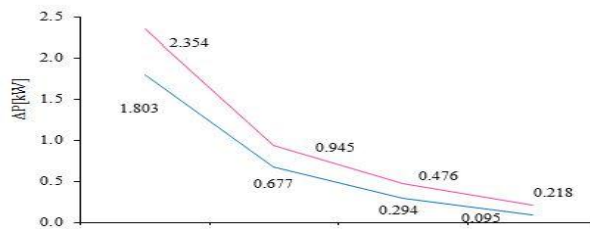
Sl. 6. Promena modula napona izvoda 103



Sl. 7 Promena modula napona izvoda 102

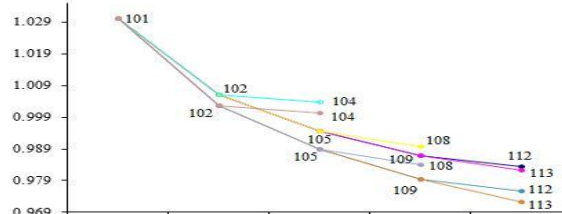
Dodatno opterećenje u čvoru 112

Razmatra se primer sa dodatnim opterećenjem, od $P=30$ kW $\cos\phi=0,8$ (ind), na izvodu 102 u trenutku maksimalnog opterećenja (18 h). Preko izvoda 102 napajaju se grane {104, 105, 108, 109, 112, 113}. Dodatno opterećenje ima za posledicu povećanje: opterećenja grana 103 i 102 za 17,65% odnosno 13,043%, u odnosu na njihovo osnovno opterećenje, respektivno. Dodatno opterećenje od 30 kW rezultuje povećanjem ukupnih tehničkih gubitaka aktivne snage za 1,12 kW (sa 5,89 kW na 7,01 kW) i reaktivne snage za 0,31 kVAR (sa 5,49 kVAR na 5,80 kVAR). Uticaj na gubitke aktivne snage prikazan je na slici 8.

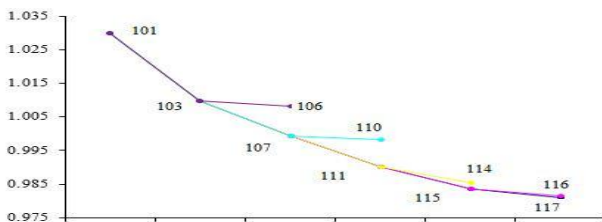


Sl. 8 Uticaj dodatnog opterećenja od 30 kW u čvoru 112 na gubitke aktivne snage

Promena modula napona ovog dela mreže predstavljena je na slici 9. Maksimalna promena modula napona je u čvoru 112 i iznosi 1,0244%. Treba naglasiti da dodatno opterećenje nije izazvalo promene napona na izvodu 103, slika 10.

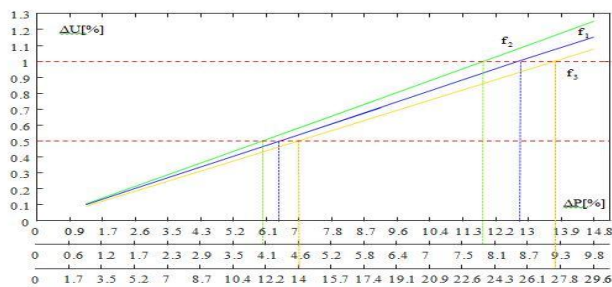


Sl. 9 Promena modula napona izvoda 102

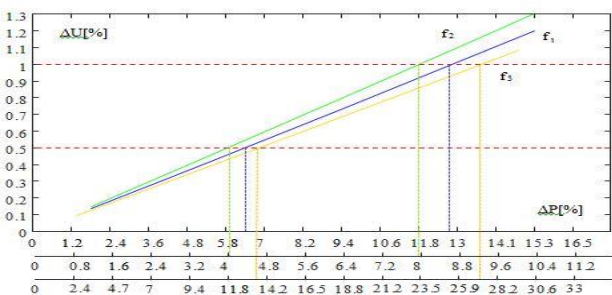


Sl. 10 Promena modula napona izvoda 103

Nakon izloženih rezultata ponovljeni su proračuni tokova snaga za istu mrežu, samo sa dvostruko većom, a zatim i dvostruko manjom potrošnjom u svakom čvoru. Sada su na takvoj test mreži ponovljene simulacije dodatnih opterećenja opisanih prethodno. Rezultati zavisnosti promene modula napona u relativnim jedinicama (da bi se lakše uočila promena od 1% (0,5%) koju može da detektuje brojilo klase tačnosti 1% (0,5%)) od promene opterećenja u određenom čvoru prikazani su na slikama 11 i 12. Na slici 11 prikazana je navedena zavisnost za čvor 112 prilikom normalnog i dvostrukog opterećenja mreže, a na slici 12 ista zavisnost za promene u čvoru 117.



Sl. 11. Promena napona usled promene opterećenja u čvoru 112 za osnovno i dvostruko osnovno opterećenje mreže



Sl. 12. Promena napona usled promene opterećenja u čvoru 117 za osnovno i dvostruko osnovno opterećenje mreže

5. ZAKLJUČAK

Netehnički gubici su realan i značajan problem za distributivne kompanije širom sveta. Posledice netehničkih gubitaka su pre svega ekonomske, jer rezultuju značajnim gubicima profita. Najveći deo netehničkih gubitaka čini neovlašćena potrošnja (krađa) električne energije. AMI je sistem naprednih brojlara,

koncentratora podataka, dvosmernih komunikacionih mreža i sistema upravljanja podacima kojim se omogućava razmena mernih podataka i drugih informacija između distributivnih preduzeća i njihovih kupaca. Izgradnjom AMI sistema dobija se bolji uvid i stiče bolja kontrola nad količinom i kvalitetom električne energije koja se distribuira.

U radu je prikazan uticaj neovlašćene upotrebe električne energije u jednom čvoru test mreže na ostatak mreže. Rezultati pokazuju da se prilikom neovlašćene upotrebe električne energije uspešno mogu detektovati, pre svega, promene vrednosti modula napona čvorova sa dodatnom potrošnjom.

6. LITERATURA

- [1] P.Kadurek, J.Blom, J.F.G.Cobben, W.L.Kling: Theft detection and smart metering practice and expectations in the Netherlands, ISGT 2010.
- [2] Office of Gas and Electricity Markets: Electricity distribution losses,2003. <http://www.ofgem.gov.uk>
- [3] Union of the Electricity Industry: Comments on the ERGEG Position Paper for Public Consultation on Treatment of Losses by Network Operators,2008. <http://www.EURELECTRIC.org>
- [4] J.P.Kosut: Abnormal consumption analysis for fraud detection, ISGT LATAM, 2015
- [5] I.Monedero, Detection of frauds and other non-technical losses in a power utility using Pearson coefficient, Bayesian networks and decision trees, Elsevier, 2011
- [6] J.P.Kosut, F.Santomauro, A.Jorysz, A.Fernandez, F.Lecumberri, F.Rodriguez: Abnormal consumption analysis for fraud detection, ISGT LATAM, 2015.
- [7] D.Stojković: Tehnički i komercijalni gubici u distributivnim mrežama, FTN, 2006, master rad
- [8] J.Nagi: An Intelligent System for Detection of Non-Technical Losses in Tenaga Nasional Berhad, 2009.
- [9] Funkcionalni zahtevi i tehničke specifikacije AMI/MDM sistema, JP "Elektroprivreda Srbije", 2014.
- [10] S.McLaughlin, D.Podkuiko, P.McDaniel: Energy Theft in the AMI, CRITIS, 2010.
- [11] D.Popović, D.Bekut, V.Treskanica: Specijalizovani DMS algoritmi, 2004.

Kratka biografija:



Jovana Samardžija rođena je u Sarajevu 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Energetika, elektronika i telekomunikacije – Elektroenergetski sistemi odbranila je 2016. god

UNIVERZALNA PLOČA ZA AUTOMATIZACIJU U INDUSTRIJSKIM SISTEMIMA**UNIVERSAL BOARD FOR INDUSTRIAL SYSTEMS AUTOMATIZATION**Filip Milivojčević, Vladimir Rajs, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan razvoj harvera i firmvera univerzalne ploče za automatizaciju u industrijskim sistemima. Ploča sadrži 10 relejnih izlaza, 16 digitalnih ulaza od kojih su dva brojačka, 2 analogna izlaza gde svaki od njih ima mogućnost generisanja naponskog i strujnog signala, 4 analogna ulaza za merenje strujnog, naponskog signala i signala koji generiše NTC sonda u cilju merenja temperature. Omogućena je i komunikacija ploče sa drugim uređajima putem RS232, RS485 i Ethernet komunikacionih standarda. Softverska podrška podrazumeva implementaciju MODBUS protokola preko svih navedenih komunikacionih standarda, kao i mogućnost nadzora i upravljanja uređajem putem displeja i tastature.

Abstract – The development of firmware and hardware of universal board for industrial systems automatization is described. Board consists of 10 relay outputs, 16 digital inputs including two pulse counter inputs, 2 analog outputs, each of them can provide voltage and current signals, 4 analog inputs with capability to measure voltage, current signals and signals that provide NTC sonde for temperature measurement. Communication with other devices can be established with RS232, RS485 and Ethernet communication standards. Software support implies implementation of MODBUS protocol over described communication standards, including supervision and control services over display and keyboard.

Ključne reči: MODBUS/RTU, MODBUS/TCP, relejni izlazi, digitalni ulazi, analogni izlazi, analogni ulazi.

1. UVOD

Uopšteno, sistem upravljanja industrijskim sistemima čini skup elektronskih uređaja i opreme koji obezbeđuju stabilnost, tačnost i eliminaciju štetnih prelaznih stanja u proizvodnim procesima. Sistemi upravljanja su se razvijali tokom vremena i mogu biti različitog oblika i implementacije. U ranom periodu razvoja ljudi su sami obavljali upravljačke zadatke. Krajem 60-tih godina prošlog veka sistemi upravljanja su bili zasnovani na primeni relejne logike, zasnovane na relativno jednostavnim logičkim algoritimima. Glavna mana relejne logike je da se pri bilo kakvoj promeni u sistemu upravljanja ona mora menjati, promenom ožičenja ili čak ubacivanjem u potpunosti novih sklopova.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Rajs, docent.

Te promene izazivale su velike troškove ne samo za opremu već i dugotrajne zastoje potrebne za modifikaciju i testiranje. Napredak tehnologije u izradi mikroprocesora, u to vreme, doveo je do revolucije upravljanja u industrijskim sistemima. Pojavila se ideja o izradi elektronsko-mikroprocesorskog upravljačkog uređaja, koji bi se mogao jednostavno reprogramirati u slučaju izmene u upravljačkim zadacima.

2. MODBUS protokol

Modbus je master/slave protokol sa *half-duplex* prenosom iz grupe *Fieldbus* protokola. Podržava jedan master i do 247 slave uređaja u jednoj Modbus mreži. Protokol ne definiše fizički nivo prenosa, ali uglavnom se koriste RS232, RS485 i Ethernet komunikacioni protokoli. Postoje se tri tipa prenosa Modbus poruke: 1) ASCII – jedan bajt poruke se sastavlja od dva ASCII karaktera, 2) RTU – poruke se sastoje od binarnih bajtova i 3) Modbus/TCP – ovde se MODBUS poruka ugrađuje u standardni okvir TCP/IP poruke [1]. U ovom projektnom zadatku korišćen je MODBUS /RTU prenos podataka za RS232 i RS485 komunikacioni protokol.

2.1. Struktura MODBUS poruke

Modbus poruka ima četiri osnovna elementa, koji se šalju po istom rasporedu. Poruka se sastoji od:

- *Device address* - adrese primaoca,
- *Function code* - koda funkcije koju treba izvršiti,
- *Data* - eventualno potrebnih podataka za funkciju i
- *Error check* - polja za proveru greške.

Početak i kraj poruka se prepoznaje preko karaktera startnog rama i završnog rama. Modbus konverzaciju uvek počinje master jedinica. Ona šalje poruku kojom se uobičajeno obraća jednoj slave jedinici. Jedna slave jedinica se prepoznaje na osnovu svoje adrese koja se slaže sa *Device address* poljem i sprema odgovor. Ostale neprozvane slave jedinice ne odgovaraju i ostaju sa izlazima u stanju visoke impedanse [1].

2.2. MODBUS/RTU prenos podataka

Modbus/RTU prenos podataka je takav da se podaci šalju u binarnom formatu u vidu bajtova koji mogu primiti vrednost od 0-255. Svaki bajt informacije se šalje direktno, bez konverzije. Pošto sada bajtovi poruke mogu poprimiti sve moguće brojne kombinacije, nije više moguće izdvojiti jednu od njih za start karakter. Zato se u RTU modu start može pokreniti uvek nakon tišine na liniji u trajanju od 3.5 karaktera. Stop poruke se takođe može detektovati preko tišine na liniji u trajanju od 3.5 karaktera [1]. Ovo znači da mora postojati period

neaktivnosti na liniji u trajanju od 3.5 karaktera. Struktura *MODBUS/RTU* poruke prikazana je na slici 1.

Modbus/RTU	
Tip karaktera	Binarni brojevi 0...255
Startni ram	3.5 karaktera tišine
Završni ram	3.5 karaktera tišine
Dozvoljena pauza	1.5 karakter dužine
Start bit	1
Data bitovi	8
Bit parnosti	parni/neparni ili nema
Stop bit	1 ili 2
Tip polja za proveru greške	CRC-Cyclic Redundancy Check (16 bitova)

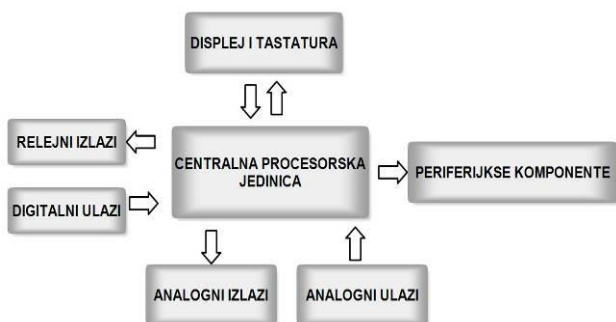
Slika 1: Format poruke kod *MODBUS/RTU* prenosa podataka

2.3. MODBUS/TCP

MODBUS/TCP je načinjen 1999, i koristi Ethernet kao fizičku vezu i *TCP/IP* kao protokol višeg nivoa. *MODBUS* protokol u svojoj klasičnoj varijanti je definisan na aplikacionom sloju *ISO-OSI* modela, te je nezavistan o fizičkom sloju i sloju podataka, što ga čini pogodnim za jednostavnu enkapsulaciju *MODBUS* poruka unutar *TCP* okvira. Oslanjanje na *TCP* protokol određuje *MODBUS/TCP* kao konekcijski orijentisan protokol koji koristi *client/server* mrežni model. U tom kontekstu se *master* uređaj na *MODBUS* mreži promatra kao *client* na *MODBUS/TCP* mreži i obrnuto, *slave* uređaj ima ulogu *server-a*. *Master (client)* šalje poruku do specificirane *IP* adrese i porta. Svaki *slave* uređaj (*server*) ima svoju specifičnu *IP* adresu [2].

3. RAZVOJ HARDVERA UREĐAJA

Sam uređaj mora biti isprojektovan tako da zadovolji određene standarde, kao i potrebe i želje korisnika. Neophodno je da uređaj bude što manjih dimenzija, jednostavan za rukovanje, energetski efikasan i pre svega, adekvatan u vršenju operacija potrebnih korisniku. Hardver uređaja razvija se pomoću softverskog paketa „*Altium Designer 2014*“, u dve etape – razvoj uređaja na šematskom nivou i dizajn štampane pločice. Blok šema kompletnog uređaja data je na slici 2.



Slika 2: Blok šema uređaja

3.1. Napajanje

Ideja projektovanja napajanja kompletne elektronike uređaja je takva da se koriste tri potpuno nezavisna galvanski odvojena napajanja. Jedno napajanje je

namenjeno za centralnu procesorsku jedinicu, relejne izlaze i periferijske komponente. Drugo napajanje je predviđeno za digitalne ulaze, a treće za analogne ulaze i analogne izlaze. Na taj način uređaj postaje robusniji i imuniji na smetnje. Takođe, neophodno je obezbediti da se naizmenična i jednosmerna napajanja 24V (2A) i 12V(2A), koja su takođe galvanski odvojena i nezavisna od napajanja elektronike uređaja, proslede na konektore ka izlazu ploče kako bi korsinik mogao da ih koristi dalje za svoje potrebe.

3.2. Centralna procesorska jedinica

Centralnu procesorsku jedinicu čini mikrokontroler *LPC1769* smešten u *LPCXpresso* razvojnu ploču (slika 3) kompanije *NXP Semiconductors*. Pored mikrokontrolera, ova razvojna ploča ima na sebi integrisan programator, *JTAG debugger*, *Ethernet* kontroler *LAN8720* i *EEPROM* integrisano kolo *24LC64*.



Slika 3: *LPC1769 LPCXpresso* razvojna ploča[3]

3.3. Periferijske komponente

Periferijske komponente čine modemi za komunikaciju sa drugim uređajima putem *RS232* i *RS485* komunikacionih standarda, konektor *RJ45* za Ethernet komunikaciju, integrisano kolo *MCP1316*, reset kolo i pet optokaplera *H11L1* koji omogućavaju galvansku izolaciju linija za *SPI* komunikaciju.

MCP1316 obezbeđuje pravilan rad mikrokontrolera u smislu zaštite od eventualnih oscilacija u naponu napajanja, kao i ponovni početak startovanja programa u slučaju da softver mikrokontrolera ostane “zamrznut” u izvršavanju nekih od instrukcija. Linije za *SPI* se koriste za komunikaciju između mikrokontrolera i A/D i D/A konvertora.

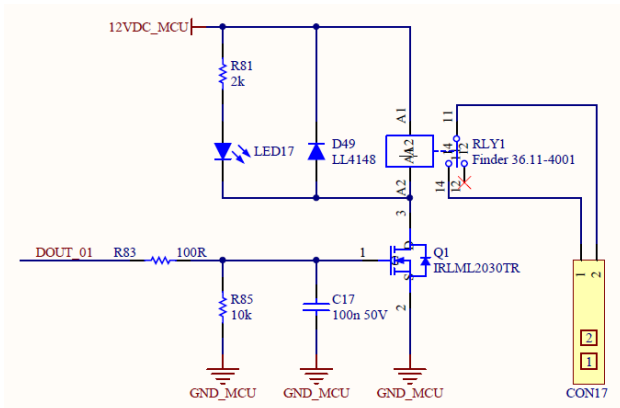
3.4. Displej i tastatura

Da bi se korisniku omogućio nadzor rada uređaja i podešavanje parametara od interesa implementirana je tastatura sa displejom. Za displej je iskorišćen grafički LCD 16x2, dok je tastatura sa četiri tastera projektovana kao posebna pločica koja se putem dve četvoropinske lestvice montira na uređaj.

3.5. Relejni izlazi

Uređaj ima 10 relejnih izlaza, sa normalno otvorenim radnim kontaktima, za upravljanje aktuatorima. Vodovi koji povezuju radne kontakte releja konstruisani su tako da mogu da podnesu maksimalnu strujnu potrošnju od 3A pri naizmeničnom naponu od 275V. Zbog veličine

električne šeme na slici 4 prikazan je jedan relejni izlaz, a ostali su potpuno identični prikazanom.

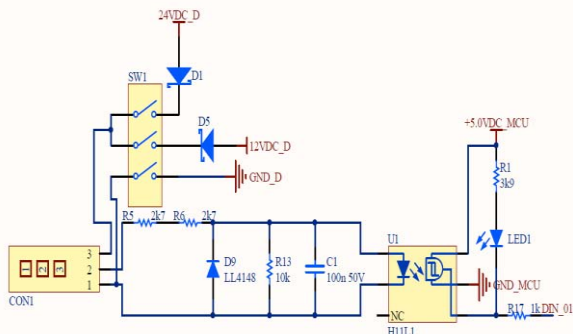


Slika 4: Električna šema relejnog izlaza

3.6. Digitalni ulazi

Digitalnih ulaza ima ukupno 16, od kojih su posljednja dva brojačka. Na digitalne ulaze namenjeno je da se dovode senzori u industriji koji se napajaju sa 12VDC ili 24VDC, tako da je pored kontakata za senzore neophodno obezbediti i navedene napone napajanja na izlaznim konektorima.

Za detekciju trenutnog logičkog stanja u zavisnosti od naponskog nivoa ulaznog napona, koristi se *Schmitt trigger* optokapler *H11L1*. Zbog veličine električne šeme na slici 5 prikazana je električna šema jednog od digitalnih ulaza.



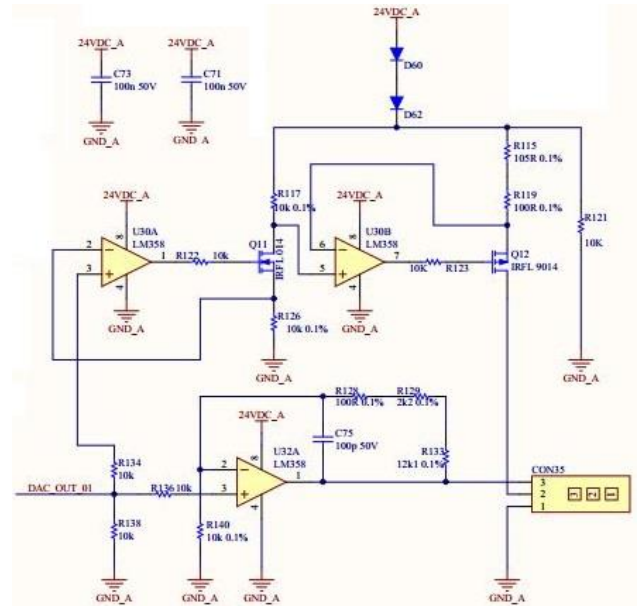
Slika 5: Električna šema digitalnog ulaza 1

3.7. Analogni izlazi

Analogni izlazi imaju mogućnost generisanja naponskog signala od 0 do 10V i strujnog signala od 0 do 20mA sa potrošačem prema masi (otpornosti do 1kΩ).

Putem nekog od dostupnih *MODBUS* test programa ili displeja i tastature zadaje se vrednost željenog strujnog/naponskog signala, nakon čega mikrokontroler putem *SPI* komunikacionog interfejsa zadaje komandu D/A konvertoru za generisanje odgovarajućeg naponskog signala.

Taj se signal na naponskom izlaznom delu pojačava do željene vrednosti, dok se na strujnom izlazu uz pomoć dodatne elektronike konvertuje u struju željene vrednosti (slika 6).

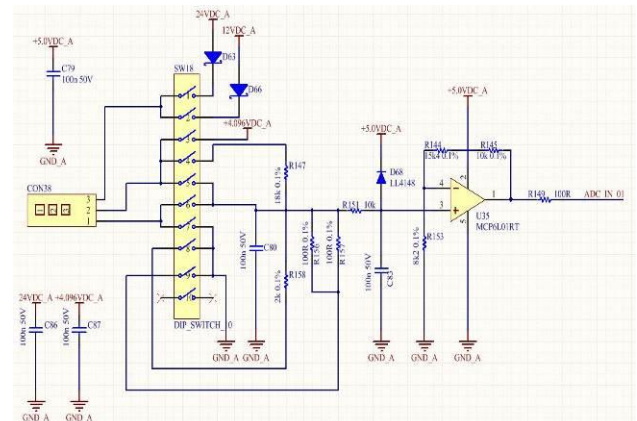


Slika 6: Električna šema analognog izlaza 1

Između kontakata 3 i 1 konektora CON35 se očekuje naponski, dok između kontakata 1 i 2 se očekuje strujni signal.

3.8. Analogni ulazi

Funkcija analognih ulaza jeste ta da se omogući merenje naponskog (0-10V), strujnog (0-20mA) i signala koji daje *NTC* sonda. Na analogne ulaze takođe je namenjeno da se dovode senzori u industriji koji se napajaju sa 12VDC ili 24VDC. Odabir tipa signala koji se želi meriti kao i željeni napon napajanja senzora, osvaren je uz pomoć 10-polnog prekidača SW18 (slika 7).

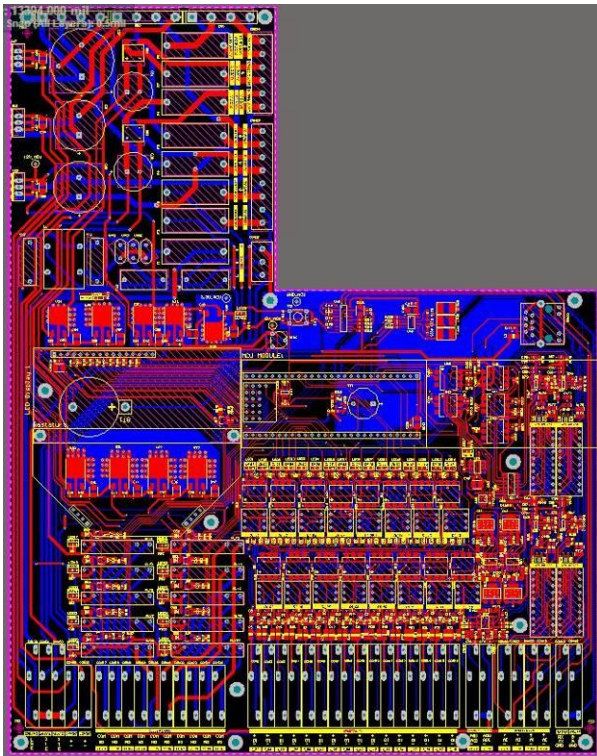


Slika 7: Električna šema analognog ulaza 1

Mereni signal se sa izlaza iz pojačavača vodi do A/D kovertora, nakon čega mikrokontroler putem *SPI* komunikacionog interfejsa prikuplja rezultate merenja sa kovertora.

4. PROJEKTOVANJE ŠTAMPANE PLOČE

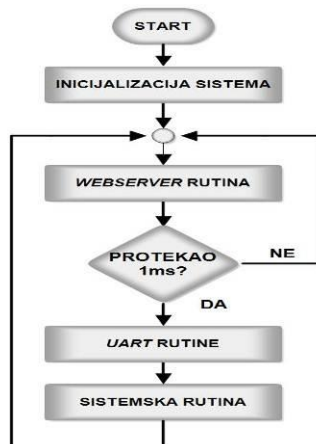
Štampana ploča ovog uređaja projektovana je u dvoslojnoj tehnologiji u programskom paketu „Altium“. Izgled oba sloja u dat je na slici 8.



Slika 8: Štampana pločica u programu „Altium”

5. RAZVOJ SOFTVERA UREĐAJA

Na slici 9 prikazan je algoritam rada uređaja.



Slika 9: Algoritam rada uređaja

Za programiranje firmvera korišćen je programski jezik C. Za firmver koji omogućava komunikaciju putem MODBUS/TCP protokola iskorišćen je gotov primer *webservice*-a koji daje proizvođač „ NXP “, uz naravno modifikaciju za konkretne potrebe. Firmver je razvijan u LPCXpresso razvojnom okruženju.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu su ispunjene sve funkcionalnosti predviđene zadatkom. Najpre je osmišljen i realizovan hardver uređaja, a zatim je softverskom kontrolom realizovana logika upravljanja, nakon čega je utvrđena funkcionalnost uređaja.

7. LITERATURA

- [1] Darko Marčetić, “Industrijski sistemi i protokoli”, skripte sa predavanja”, *Fakultet Tehničkih Nauka*, Novi Sad.
- [2] Internet sajt, MODBUS Messaging on TCP/IP Implementation Guide V1.0b, <http://www.modbus.org/>
- [3] Internet sajt, specifikacija razvojne ploče LPCXpresso, https://www.embeddedartists.com/products/lpcxpresso/lpc1769_xpr.php

Kratka biografija



Filip Milivojević rođen je u Čačku 1990. godine. Zvanje diplomirani inženjer elektrotehnike i računarstva stiče na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu, na smeru za mikroracunarsku elektroniku 2014. godine.



Vladimir Rajs rođen je 1982. godine u Apatinu. Diplomirao je 2007, a doktorirao 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2016. godine zaposlen je kao docent na Departmanu za elektroniku, energetiku i telekomunikacije FTN-a. Oblasti interesovanja su mu elektronika i primenjena elektronika.

REŠAVANJE KOLA PRIMENOM METODE NAPONA NEZAVISNIH PRESEKA

SOLVING OF ELECTRIC CIRCUIT USING VOLTAGE METHOD OF INDEPENDENT INTERSECTIONS

Dušan Sretenijević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan postupak za dobijanje svih radijalnih stabala jednog grafa. Njegova primena je predstavljena pri rešavanju kola primenom metode napona nezavisnih preseka. Verifikacija mogućnosti datog postupka izvršena je na primeru jednostavne upetljane mreže.

Abstract – This paper presents algorithm for counting labeled trees. The use of algorithm is presented in the method of voltage independent intersections. Verification of their possibilities is realized on the meshed test network.

Ključne reči: teorija grafova, prebrojavanje radijalnih stabala, metod napona nezavisnih preseka

1. UVOD

Teorija grafova je posebna, savremena matematička disciplina [1-4]. Glavni element teorije grafova predstavlja graf koji je od pomoćnog dijagrama postao objekat obimne matematičke teorije. Pojam grafa dobija svoju punu vrednost kada se skupovi i relacije nad njima predstavljaju geometrijskim figurama koje su obrazovane od niza tačaka spojenim krivim linijama. Topološka analiza električnih mreža omogućava definisanje algoritma za formiranje sistema nezavisnih jednačina kojima su opisane veze elemenata električne mreže. Kada se apstrahuju elementi, električna mreža je određena čvorovima i granama mreže. Dakle, električnu mrežu je moguće predstaviti njenim grafom, odnosno, skupom čvorova i grana koji su međusobno povezani [3].

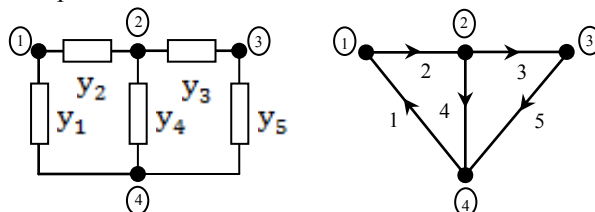
2. TEORIJA GRAFOVA

Ako se svi elementi električnog kola predstave linijskim segmentima, dobija se šematski prikaz koji se naziva graf električnog kola. U grafu je sačuvan podatak o međusobnom povezivanju elemenata, ne ulazeći u prirodu samih elemenata. Na osnovu grafa električnog kola mogu se jednostavno izraziti zakoni povezivanja elemenata [4].

2.1. Osnovni elementi grafa električnog kola

Graf se definiše kao uređeni par koji se sastoji od skupa čvorova i skupa grana. Može se reći da grana grafa povezuje dva čvora. Čvor je mesto gde se vrši spajanje krajeva grana. Na slici 1 predstavljeno je jedno kolo i njegov odgovarajući orijentisani graf.

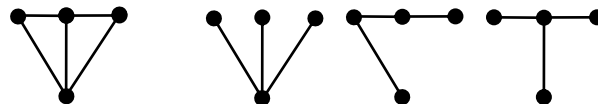
Čvorovi u grafu su predstavljeni kružicama, dok su grane predstavljene samo sa rednim brojem. Podgraf je deo grafa i čini ga podskup grana i čvorova tog grafa. Most grafa predstavlja granu čijim se uklanjanjem graf deli na dva nepovezana dela.



Slika 1 – Električno kolo i njegov orijentisani graf

2.2. Stablo i kostablo

Povezani podgraf koji sadrži sve čvorove povezanog grafa i ne sadrži ni jednu konturu, naziva se stablo grafa. Stablo je ujedno i razapinjući podgraf datog grafa, jer sadrži sve njegove čvorove, ali ne sadrži sve grane. Na slici 2 su predstavljene jedan graf i stabla tog grafa.



Slika 2 – Graf i stabla datog grafa

Broj grana stabla N_{st} , povezanog grafa sa N_{ϵ} čvorova:

$$N_{st} = N_{\epsilon} - 1 . \quad (1)$$

Komplement stabla ili kostablo je podgraf povezanog grafa koji sadrži sve grane koje nisu u stablu, te grane se nazivaju spojnice. U povezanom grafu sa N_{ϵ} čvorova i

N_g grana, broj spojnica N_{sp} je:

$$N_{sp} = N_g - N_{\epsilon} - 1 . \quad (2)$$

2.3. Preseci i konture

Presek predstavlja skup grana povezanog grafa koje kada uklonimo iz grafa, on prestaje da bude povezan, uz uslov da uklanjanjem bilo kog pravog podskupa tog skupa grana, graf ostaje povezan. Presek deli graf na dva podgra. Kontura predstavlja zatvoreni put u kojem su svi čvorovi različiti, izuzev prvog i poslednjeg čvora. Kontura se može orijentisati u smeru kazaljke na satu ili obratno.

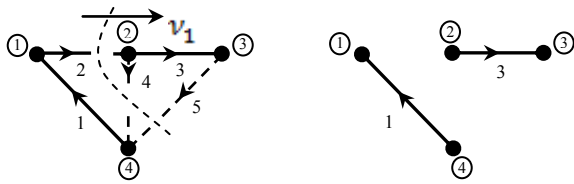
2.3.1. Fundamentalni preseci

Fundamentalni preseci, ili kraće f-preseci, sadrže tačno jednu granu stabla, a ostale grane su spojnice. Orijentacija f-preseka je ista kao i orijentacija presečene grane stabla.

NAPOMENA:

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

To znači da f-preseka u grafu ima onoliko koliko i grana stabla, odnosno, N_{st} . Primer jednog fundamentalnog preseka predstavljen je na slici 3.

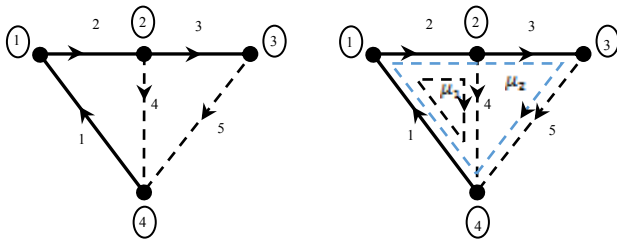


Slika 3 – F-presek v_1 za stablo $\{1,2,3\}$ i podgrafovi

Vraćanjem bilo koje od grana f-preseka $\{2,4,5\}$ u dobijeni podgraf, graf postaje ponovo povezan. Za isti graf, ali za neko drugo stablo, dobio bi se neki drugi f-presek.

2.3.2. Fundamentalni konture

Nezavisne konture su one konture koje ne mogu da se izraze jedna pomoću druge nikakvom kombinacijom, ali se pomoću njih mogu iskazati sve ostale konture. Specijalni slučaj nezavisnih kontura su f-konture. Kontura (μ) koja sadrži grane stabla i tačno jednu spojnicu naziva se f-kontura. Broj f-kontura u grafu jednak je broju spojnica. F-kontura se orijentiše isto kao i spojnica koja joj pripada. Na slici 4 dat je primer f-konture grafa.



Slika 4 – Graf i njegove fundamentalne konture μ_1 i μ_2

Okca su jedna vrsta nezavisnih kontura unutar kojih nema grana, odnosno, to su konture koje ne seku ni jednu drugu granu. Na slici 4, kontura μ_1 predstavlja okce, dok kontura μ_2 preseca granu $\{4\}$ i ona nije okce.

2.4. Topološke matrice grafa električnog kola

Relacije između grana i čvorova, grana i preseka, grana i kontura mogu se izraziti u formi matrica. To omogućava lakšu analizu tih relacija, a pri rešavanju električnih kola, koristiće se za odabir relacija struja i napona grana, napisanih prema Kirhofovim zakonima.

2.4.1. Matrica incidencije grana i čvorova A_a

Orijentisani graf se u potpunosti može opisati informacijom o incidenciji čvorova i grana, kao i orijentaciji grana. Matrica A_a je pravougaona matrica dimenzija $N_c \times N_g$, gde je broj vrsta jednak broju čvorova, a broj kolona jednak broju grana grafa. Elementi matrice A_a su: 0 ako grana i čvor nisu incidentni, 1 ako su incidentni i grana je orijentisana od njega, -1 ako su incidentni i grana je orijentisana ka čvoru. Pretpostavlja se da svaka grana ima dva različita kraja, tj. da nema sopstvenih kontura. Svaka kolona matrice A_a sadrži tačno jedan element jednak 1 i jedan element jednak -1 što je posledica činjenice da je svaka grana grafa incidentna sa maksimalno dva čvora. Ako se u matrici

A_a izostavi jedna vrsta, dobija se redukovana matrica incidencije ili samo redukovana matrica incidencije grana i čvorova. Oznaka redukovane matrice incidencije je A i dimenzija je $N_{st} \times N_g$.

2.4.1.1. Određivanje ukupnog broja stabala grafa

Kako svaka neregularna $N_{st} \times N_{st}$ podmatrica A odgovara jednom stablu grafa, potrebno je samo prebrojati sve takve podmatrice. Na osnovu Koši-Bineove teoreme [4], broj stabala grafa je:

$$n_{stabala} = \det(\mathbf{A}\mathbf{A}^T)$$

2.4.2. Matrica incidencije grana i preseka Q_f

Potpuna matrica preseka Q_a je matrica čije vrste odgovaraju presecima, a kolone granama grafa. Indeks a označava da se uzimaju u obzir svi preseci. Elementi matrice su: 0 ako grana i presek nisu incidentni, 1 ako su incidentni i isto su orijentisani, -1 ako su incidentni i različito su orijentisani. Ukoliko se ograniči skup preseka samo na f-preseke, dobija se matrica f-preseka Q_f . Matrica f-preseka je podmatrica matrice Q_a (pošto se f-preseci već nalaze u matrici Q_a potrebno ih je samo izdvojiti i smestiti u novu matricu Q_f) dimenzija $N_{st} \times N_g$. Matrica fundamentalnih preseka Q_f ima N_{st} vrsta i N_g kolona.

2.4.3. Matrica incidencije grana i kontura B_a

Matrica incidencije grana i kontura, ili kraće matrica kontura B_a daje podatak o međusobnoj vezi grana i kontura. Potpuna matrica kontura ima onoliko vrsta koliko postoji kontura u grafu i N_g kolona. Elementi matrice su: 0 ako kontura i grana nisu incidentni, 1 ako su incidentni i iste orijentacije, -1 ako su incidentni i nisu iste orijentacije. Sve vrste ove matrice nisu nezavisne, tj. neke se mogu dobiti linearnom kombinacijom ostalih. Matrica B_f predstavlja matricu f-kontura dimenzija N_g .

2.4.4. Veza između matrice A i B_f

Kolone matrice B_f se mogu preurediti da prvih N_{st} kolona budu grane stabla, a preostalih $N_g - N_{st}$ kolona budu spojnice. Takvim preuređivanjem matrica, dobija se:

$$\mathbf{A}\mathbf{B}_f^T = \mathbf{A}_T\mathbf{B}_{fT}^T + \mathbf{A}_L\mathbf{B}_{fL}^T = 0 \quad (4)$$

\mathbf{A}_T je neregularna matrica, pa se iz relacije (4) dobija:

$$\mathbf{B}_f = [-(\mathbf{A}_T^{-1}\mathbf{A}_L)^T \quad \mathbf{I}_m] \quad (5)$$

Na osnovu toga da je \mathbf{B}_{fL} neregularna matrica, sređivanjem relacije (5) dobija se relacija:

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_T[\mathbf{I}_n - (\mathbf{B}_{fL}^{-1}\mathbf{B}_{fT})^T] \quad (6)$$

3. ALGORITAM ZA DOBIJANJE SVIH RADIJALNIH STABALA GRAFA

Algoritam za pronalaženje svih radijalnih stabala jednog grafa zasniva se na principu osnovnih kontura (okca). Polazi se od skupa svih grana i vrši se eliminacija onih grana koje čine konture. Osnovne konture predstavljaju jedan tip nezavisnih kontura, i to su konture unutar kojih ne postoje grane. Kombinacijom osnovnih kontura mogu se napraviti sve složene konture jednog kola. Broj osnovnih kontura grafa, dat je relacijom:

$$N_{o.k.} = N_{sp} - N_g - N_c + 1 \quad (7)$$

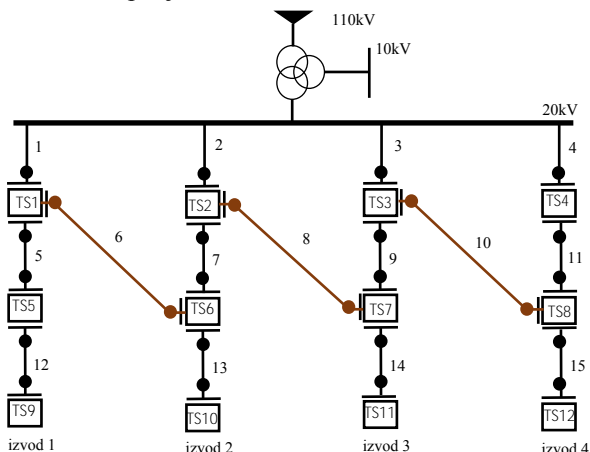
Osnovne grane osnovnih kontura jesu one grane koje se sadrže u samo jednoj osnovnoj konturi, tj. one se ne sadrže u više od jedne konture. Zajedničke grane osnovnih kontura su grane koje se sadrže u dve osnovne konture.

3.1. Primer primene algoritma kod upetljenih mreža

Nakon primenjenog algoritma, dobijene su sva radijalna stabla upetljane mreže.

3.2. Primer primene algoritma kod slaboupetljenih mreža

U distributivnim sistemima veoma su retki primeri upetljenih mreža. Kod njih je dominantna radijalna struktura (topologija). Ipak, svaka DM ima mogućnost da se povremeno (retko kad trajno) transformiše u slaboupetljanu strukturu. Potencijalna upetljanost DM je mala, par procenata, 3-4%. Na slici 5, predstavljena je jedna slaboupetljana DM.

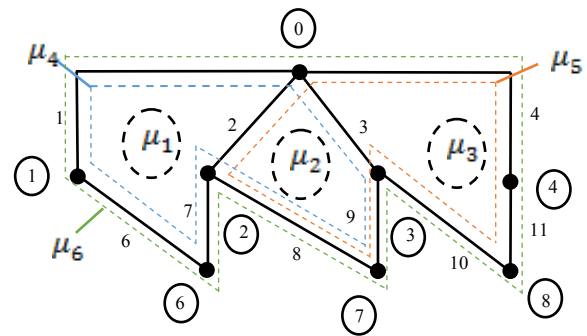


Slika 5 – Slaboupetljana DM

Primenom algoritma za pronalaženje svih mostova u grafu, dobija se da su grane 5,12,13,14,15 mostovi grafa DM. Izbacivanjem mostova, uprošćava se graf i dobija se graf koji sadrži samo konture, slika 6.

Sa grafa se vidi da su konture 1, 2 i 3 osnovne konture, dok su konture 4, 5 i 6 složene konture. Za graf sa slike 6, matrica incidencije **A**, data je u relaciji 8:

$$\mathbf{A} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 \end{matrix} \\ \begin{matrix} (1) \\ (2) \\ (3) \\ (4) \\ (6) \\ (7) \\ (8) \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (8)$$



Slika 6 – Uprošćen graf slaboupetljane DM

Primenom Koši-Bineove teoreme, relacija (3), dobija se da je broj radijalnih stabala grafa 56. Potrebno je primeniti algoritam za dobijanje radijalnih stabala na graf sa slike 6. U prvoj iteraciji algoritma, vrši se kombinacija između grana svih osnovnih kontura i tu se dobija 18 skupova grana kostabla. U drugoj iteraciji algoritma, vrši se kombinacija između osnovnih grana osnovnih kontura, osnovnih grana složenih kontura i zajedničkih grana tih složenih kontura. U drugoj iteraciji dobija se ukupno 30 skupova grana ko-stabla. U trećoj iteraciji vrši se kombinacija između osnovnih grana složene konture i zajedničkih grana te složene konture i dobija se 8 skupova grana. Svaki skup grana predstavlja grane kostabla, odnosno, eliminacijom bilo kog skupa grana (ima ih ukupno 56) iz skupa N_g , dobija se jedno radijalno stablo. Svako stablo je međusobno različito, odnosno, svih 56 stabala imaju različitu konfiguraciju, što predstavlja i jedan od uslova algoritma.

3.3. Blok dijagrami algoritma

Predstavljani su blok dijagrami algoritma za pronalaženje sopstvenih kontura u grafu, algoritma za pronalaženje mostova u grafu, algoritma za pronalaženje osnovnih i složenih kontura i algoritam za pronalaženje svih radijalnih stabala grafa. Algoritam za pronalaženje svih radijalnih stabala grafa poziva sva tri navedena algoritma.

4. KIRHOFOVI ZAKONI

Jednačine napisane po KZS i KZN daju relacije koje moraju zadovoljavati naponi i struje grana u električnom kolu. One su nezavisne od prirode elemenata čiji pristupi line grane grafa kola.

4.1. Kirhofov zakon za struje (KZS)

Ovaj zakon se naziva i prvim Kirhofovom zakonom. KZS u matricnoj formi glasi:

$$\mathbf{QI} = 0 \quad (8)$$

Uvažavanjem prethodno izvedenih relacija, relacija (8) dobija svoju konačnu formu:

$$\mathbf{I} = \mathbf{B}_f^T \mathbf{J} \quad (9)$$

4.2. Kirhofov zakon za napone (KZN)

Ovaj zakon se naziva i drugi Kirhofov zakon, a u originalnom radu je formulisan za konture. KZN u matricnoj formi glasi:

$$\mathbf{B}_p \mathbf{U} = 0 \quad (10)$$

Uvažavanjem prethodno izvedenih relacija, relacija (10) dobija svoju konačnu formu:

$$\mathbf{U} = \mathbf{Q}_f^T \mathbf{V} \quad (11)$$

5. METOD NEZAVISNIH NAPONA

Metod nezavisnih napona predstavlja sintezu dva Kirhofova zakona. Njegova primena za modelovanje kola, odnosno njegovo izvođenje, započinje transformacijom naponskih u strujne generatore [6]. Admitantna forma metoda nezavisnih napona (koja ujedno predstavlja i matematički model kola) definisana je relacijom:

$$\mathbf{J} = \mathbf{Y}_{bus} \mathbf{U} \quad (12)$$

Bitna osobina ovog modela je ta što se matrica admitansi trivijalno generiše (inspekcijom kola) i što je simetrična (elementi iznad i ispod glavne dijagonale su jednaki).

5.1. Karakteristike elemenata

Svaki element je karakterisan relacijom između napona i struje, koja se naziva karakteristika elemenata.

5.1.1. Generalisana grana

Svaki element kola čini jednu granu odgovarajućeg grafa. Ovakav postupak rezultira velikim redom sistema jednačina koje opisuju stanje kola. Generalisana grana je složena grana standardne konfiguracije, koja omogućava da se redukuju red sistema jednačina stanja [7]. Jednačina stanja generalisane grane data u admitantnoj formi je:

$$\mathbf{I} = \mathbf{YU} - \mathbf{I}_g + \mathbf{YU}_g \quad (13)$$

5.1.2. Ekvivalentni naponski i strujni generatori generalisane grane

Strujni generator se u izvedenoj šemi predstavlja ekvivalentnim naponskim generatorom koji injektira struju u isti čvor kao i strujni. Naponski generator se u izvedenoj šemi predstavlja ekvivalentnim strujnim generatorom koji je usmeren u znak „+“ naponskog generatora.

5.2. Metod napona nezavisnih preseka

Metod napona nezavisnih preseka u matricnom obliku izvodi se iz KZS u matricnom obliku. Prvo se mreža raščlanjuje na generalisane grane i svakoj grani se pridružuju grane grafa [8]. Za nezavisne preseke se biraju f-preseci, pa se opšta relacija za KZS može napisati u formi:

$$\mathbf{Q}_f \mathbf{I} = 0 \quad (14)$$

Relacija (14) nakon sređivanja, u svom konačnom obliku:

$$\mathbf{Y}_f \mathbf{V} = \mathbf{J}_g \quad (15)$$

Uvažavanjem prethodno izvedenih relacija, dobijaju se dve konačne relacije ovog metoda:

$$\mathbf{Y}_f = \mathbf{Q}_f \mathbf{YQ}_f^T \quad (16)$$

$$\mathbf{J}_g = \mathbf{Q}_f (\mathbf{I}_g - \mathbf{YU}_g) \quad (17)$$

Matrica admitansi f-preseka pokazuje pozicionu i numeričku simetriju elemenata u odnosu na glavnu dijagonalu. Vrednosti elemenata matrice ekvivalentnih strujnih generatora f-preseka, relacija (17), su algebarske sume strujnih generatora.

6. REŠAVANJE SISTEMA JEDNAČINA STANJA

Pri rešavanju električnih kola, cilj je da se odrede svi odzivi koji su posledice eksitacije. Naponi na tim elementima moraju da zadovolje zakonitosti specificirane za te elemente, odnosno, mora biti zadovoljena algebarska *u-i* veza za rezistivne elemente.

6.1. Rešavanje kola primenom metoda napona nezavisnih preseka

Na primeru jednostavnog test kola, predstavljen je proračun metoda napona nezavisnih preseka. Prvo se pomoću algoritma za dobijanje radijalnih stabala dobiju sva moguća stabla za datu mrežu. Dobijeno je ukupno 56 mogućih radijalnih stabala. Odabrano je jedno od mogućih stabala i za njega je nastavljen proračun metodom napona nezavisnih preseka. Prvo su za odabrano stablo određeni svi f-preseci, i nakon toga je napisana matrica f-preseka \mathbf{Q}_f . Na osnovu relacije (14) dobijen je sistem jednačina napisan prema KZS-u. Iz dobijenog sistema jednačina se može zaključiti da se struja svake grane može izraziti preko struja grana kostabla (spojnica). Uvrštavanjem prethodno dobijenih relacija, proračunavaju se vrednosti relacija (16) i (17). Povratkom u relaciju (15) dobijaju se vrednosti napona nezavisnih preseka \mathbf{V} za svaku granu. Iz relacije (11) proračunavaju se naponi \mathbf{U} po granama. Uvrštavanjem dobijenih napona u relaciju (13) proračunavaju se struje svih grana, čime je kolo rešeno.

6.2. Verifikacija rezultata struja grana

Pomoću *u-i* karakteristika elemenata i Kirhofovog zakona za struje, dokazano je tačnost rezultata dobijenih metodom napona nezavisnih preseka.

7. LITERATURA

- [1] B.Lutovac: *Teorija električnih kola*; skripta za predavanja, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, Oktobar 2011.
- [2] V.Baltić: *Teorija grafova*; skripta za studente fakulteta organizacionih nauka koji slušaju diskretne matematičke strukture, Beograd, 2008.
- [3] V.Risojević: *Teorija električnih kola – Topologija električnih mreža*; materijal sa predavanja, Elektrotehnički fakultet, Banja Luka, 2015/16.
- [4] B.Reljin: *Teorija električnih kola I: Rešavanje kola u vremenskom domenu*; Nauka, Beograd, 1995.
- [5] D.Cvetković, S. Simić: *Diskretna matematika, Matematika za kompjuterske nauke*; Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [6] V.Strezoski: *Analiza elektroenergetskih sistema I*; Fakultet tehničkih nauka, Novi Sadu.
- [7] N.Behilović: *Elementi i metodi u analizi električnih kola*; Univerzitet u Sarajevu, 2010.
- [8] I.Škokljević: *Teorija električnih kola: Rešeni problemi iz odabranih oblasti*; Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd, 1997.
- [9] G.Minty: *Listing all trees of graph*; University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, April 1995.

Kratka biografija:



Dušan Sretenijević rođen je u Kosjeriću (Republika Srbija), 24.12.1990. god. Srednju elektrotehničku školu, smer elektrotehnika računara, završio 2009. god. u Kosjeriću. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti– Elektroenergetski sistemi odbranio je 2014. god. Iste godine upisao se na master studije.

RAZVOJ APLIKACIJE ZA UPRAVLJANJE UDALJENIM UREĐAJIMA PUTEM VI SERVERA**DEVELOPMENT OF APPLICATION FOR CONTROLLING REMOTE DEVICES VIA VI SERVERS**Slobodan Račanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj rad opisuje jedno rešenje upravljanja udaljenim uređajem putem VI servera u preogramskom paketu LabView. Za potrebe testiranja korišćen je računar Raspberry Pi na kojem je pokrenuta klijentska aplikacija. Takođe, detaljno je opisan postupak konfigurisanja VI servera.

Abstract – This thesis contains description of one concept for controlling remote devices via VI Server in software package LabView. For testing purpose is used Raspberry Pi computer with installed client application. In this paper also, in details is described process for configuration of VI server.

Ključne reči: VI serveri, LabView, virtuelna instrumentacija, Raspberry Pi

1. UVOD

Virtuelna instrumentacija je interdisciplinarno polje koje objedinjuje hardverske, softverske i senzorske tehnologije da bi se kreirao fleksibilan i sofisticiran instrument za upravljanje i monitoring aplikacijama. Ovaj koncept se prvi put pojavljuje u sedamdesetim godinama prošlog veka.

Instrument je uređaj dizajniran da prikuplja podatke iz sredine ili od objekta koji se testira i prikazuje tako dobijene informacije korisniku [1]. Takav uređaj može koristiti sonde da detektuju promene fizičkih parametara, kao što su temperatura ili pritisak i pretvoriti tako dobijene informacije u električne signale kao što su napon ili frekvencija. Termin instrument se takođe može definisati kao fizički softverski uređaj koji obavlja analizu podataka dobijenih sa drugog instrumenta, a potom prikazuje ili snima obrađene podatke.

Postoji nekoliko definicija virtuelne instrumentacije dostupnih u literaturi. Santori definiše virtuelnu instrumentaciju kao „instrument čije su mogućnosti i generalna funkcija određeni u softveru” [2]. Iako neformalna, ova definicija daje osnovnu ideju virtuelne instrumentacije i virtuelnih koncepata uopšte.

Ova univerzalnost predstavlja jednu od osnovnih osobina virtuelne instrumentacije — njegova sposobnost da se menja pomoću softvera, omogućavajući korisniku da izmeni njegovu funkciju po potrebi da bi odgovarala širokom spektru primene.

NAPOMENA:

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

2. VIRTUELNA INSTRUMENTACIJA I LABVIEW

U ovom radu poseban akcenat je stavljen na virtuelnu instrumentaciju i primenu savremenih softverskih alata. Glavna aplikacija je pisana u softverskom paketu LabView 2015 Student Edition i iznete su prednosti tog pristupa u rada u odnosu na klasični pristup.

2.1 Klasična i virtuelna instrumentacija

U tabeli 2.1 dat je uporedo prikaz osnovnih osobina klasičnih i virtuelnih instrumenata [3].

Tabela Error! No text of specified style in document..1
Upoređivanje klasičnih sa virtuelnim instrumentima

Klasični instrumenti	Virtuelni instrumenti
Proizvođač definiše funkcije	Korisnik definiše funkcije
Hardver dominantan	Softver dominantan
Zatvorena arhitektura, zasebno kućište, ograničene mogućnosti povezivanja	Otvorena arhitektura, PC kućište, velika mogućnost povezivanja
Skup	Jeftin
Visoki troškovi održavanja	Niski troškovi održavanja
Spora promena tehnologije (5-10 godina)	Brza promena tehnologije (1-2 godine)
Niska ekonomičnost	Visoko ekonomičan uređaj

2.2 Dataflow програмирање

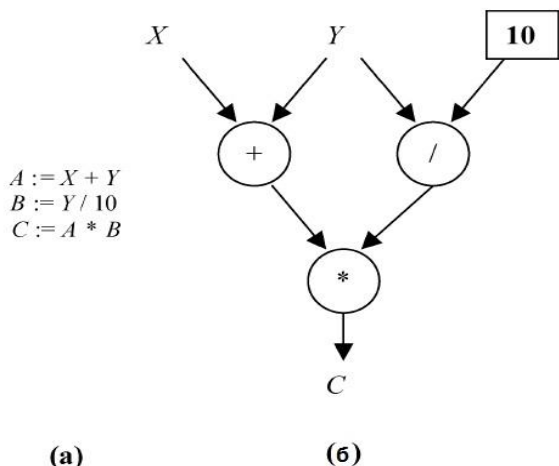
Dataflow programiranje (DFP) uvodi novu programsku paradigmu koja interno predstavlja aplikacije kao povezan graf, slično kao i na dataflow dijagramu. Aplikacije su predstavljene kao skup čvorova (koji se nazivaju i blokovi) sa ulaznim i / ili izlaznim portovima u njima. Ovi čvorovi mogu biti izvori, krajnje destinacije ili blokovi za obradu informacija koje teku u sistemu.

2.3 G programski jezik

LabView se razlikuje od većine drugih programskih jezika opšte namene iz dva osnovna razloga. Prvo, G programiranje se vrši povezivanjem grafičke ikonice na dijagramu, koja se potom kompajlira direktno u mašinski kod tako da je procesori mogu izvršiti [4]. Iako se grafički predstavlja umesto tekstualno, G programski jezik sadrži iste programske koncepte koji važe u većini tradicionalnih jezika. G programski jezik obuhvata sve standardne strukture kao što su vrste podataka, petlje, rukovanje događajima, promenljive, rekurzija, čak i koncept objektno-orijentisanog programiranja. Na slici 2.1

prikazan je primer jednog jednostavnog programa i njegova grafička reprezentacija u programskom jeziku G.

Druga glavna razlika je da se G kod razvijen sa *LabView*-om izvršava u skladu sa *dataflow* pravilima protoka podataka umesto tradicionalnog procesnog pristupa (drugim rečima, serije sekvencijalnih komandi se izvršavaju) prisutnog u većini tekstualnih programskih jezicika kao što su C i C++ [4]. *Dataflow* jezici kao što su G (kao i *Agilent VEE*, *Microsoft Visual*, *Apple Kyartz Compreser*) promovišu podatke kao glavni koncept koji stoji iza svakog programa. Izvršavanja su vođena podacima ili zavise od podataka. Protok podataka između čvorova u programu određuje redosled izvršavanja.



Slika 2.1 (a) Primer jednostavnog programa; (b) Grafička reprezentacija programa u G programskom jeziku[4]

2.4 LabView programski jezik

LabView je grafički programski jezik koji koristi ikonice umesto linija teksta za kreiranje aplikacije. Suprotno od tekstualno baziranih programskih jezika gde instrukcije određuju izvršavanje programa, *LabView* koristi *dataflow* programiranje, gde tok podataka određuje izvršavanje. U *LabView*-u korisnik gradi korisnički interfejs sa nizom alata i objekata. Korisnički interfejs poznat je kao front panel. Kod se dodaje korišćenjem grafičke reprezentacije funkcija za upravljanje front panel objektima. Blok dijagram sadrži kod. Na neki način, blok dijagram predstavlja dijagram toka.

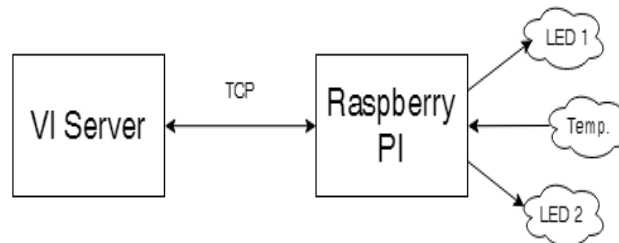
2.5 Računar Raspberry Pi

Računar *Raspberry Pi* je nastao kao realizacija ideje da se promoviše znanje iz oblasti računarskih nauka. Razvijen je kompletan operativni sistem *Raspbian* koji u velikoj meri ispunjava očekivanja u promovisanja računarstva. Dovoljno je jednostavan za pokretanje od strane početnika, ima lepo grafičko okruženje i veliki broj programa namenjenih obuci, koji su ili već podignuti u tom okruženju ili se veoma lako dodaju.

3. REALIZACIJA

Praktični deo projekta sastoji se iz dva dela. Na slici 3.1 prikazana je blok šema kompletnog sistema. Prvi deo se odnosi na virtuelne instrumente i predstavljen je serverskom aplikacijom pisanom u programu *LabView*. Drugi deo predstavlja klijentska aplikacija na računaru *Raspberry Pi*. Serverska aplikacija ima ulogu da u

tekstualnom obliku prikaže primljene podatke od strane klijentske aplikacije. Takođe, može zahtevati od klijenta da izvrši neku akciju i da javi trenutni status. Uloga klijentske aplikacije je da se poveže na server i da izvršava akcije. U ovom primeru akcije se odnose na slanje upravljačkog signala za uključivanje i isključivanje svetlećih dioda, slanje dobijene vrednosti na nekom senzoru i slično.



Slika 3.1 Blok šema kompletnog sistema

3.1 VI serveri

VI server je objektno-orijentisana, platformski nezavisna, tehnologija koja omogućava programski pristup *LabView*-u i *LabView* aplikacijama. VI server se koristi za izvršavanje sledećih programskih operacija:

- Daljinsko izvršavanje aplikacije.
- Konfigurisanje *LabView* aplikacije kao servera koji se može eksportovati i pozivati iz drugih *LabView* aplikacija na mreži.
- Dinamičko učitavanje programa u memoriju kada drugi VI server treba da ga pozove.
- Preuzimanje informacija o aplikaciji, kao što su broj verzije i godina izdanja. Moguće je i preuzeti informaciju o okruženju, kao što je platforma na kojoj je *LabView* pokrenut.

3.2 Konfigurisanje VI servera

Neophodan uslov za korišćenje VI servera je pravilno konfigurisanje. U ovom delu rada analiziraće se podešavanje opcija za konfigurisanje VI servera. VI server predstavlja potencijalni bezbednosni rizik jer drugi programi i računari mogu da ga koriste za pozivanje VI-a. Da bi se zaštitio računar, VI server sadrži sigurnosne opcije koje omogućavaju da se selektuje ko može koristiti VI server, koji VI korisnici mogu pristupiti, kako VI-i mogu biti korišćeni i koji komunikacioni mehanizmi se koriste.

Da bi se konfigurisao VI server, potrebno je izabrati opciju *Tools»Options* u programskom paketu *LabView*, na server računaru i selektovati *VI Server»Configuration* iz liste kategorija da bi se prikazala VI server konfiguraciona stranica.

Dobijena stranica koristi se da se konfiguriše VI server. Ako se koristi projekat, ova stranica se prikazuje iz *Options* dijaloga. Da bi se konfigurisao VI server, potrebno je prikazati stranicu iz *Properties* dijaloga na tom uređaju.

Potrebno je izabrati željeni protokol. U ovom projektu, korišćen je TCP/IP protokol. Ako se koristi aplikacija u kojoj je dozvoljena udaljena konekcija preko TCP/IP protokola, potrebno je navesti sa kojih adresa se može

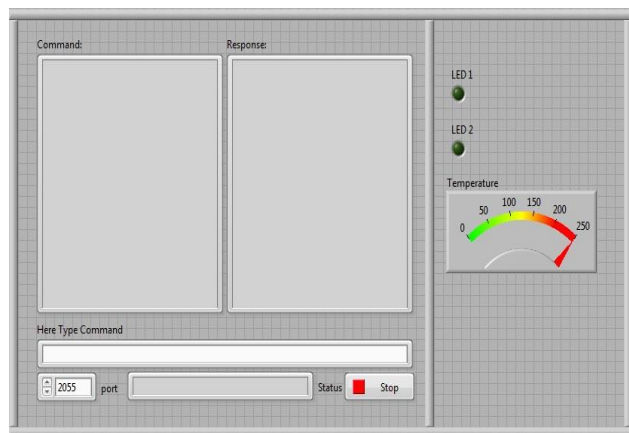
pristupiti VI serveru (*VI Server»Machine Access* stranica u *Options* dijalogu). Takođe, potrebno je podesiti i broj porta na kojem server očekuje zahteve. Postoji mogućnost i omogućavanja podrške VI servera za *ActiveX automation* tehnologiju.

Kada je dozvoljen udaljeni pristup aplikaciji VI servera korišćenjem TCP/IP protokola, potrebno je navesti koji internet hostovi imaju pristup serveru. Da bi se konfigurisao pristup jednoj mašini, potrebno je selektovati *Tools»Options* da bi se prikazao *Options* dijalog i selektovati *VI Server:Machine Access* iz *Category* liste da bi se prikazala *VI Server:Machine Access* strana.

IP adrese, u formatu 192.168.0.99, mogu imati više nego jedno domensko ime u vezi sa njima. Konverzija iz domenskog imena u odgovarajuću IP adresu naziva se rezolucija imena. Konverzija IP adrese u domensko ime se zove *lookup* ime. *Lookup* ime ili rezolucija može biti neuspešna kada sistem ne može pristupiti DNS serveru ili kada adresa ili ime nije ispravno[5].

3.3 Serverska aplikacija

Na slici 3.2 prikazan je izgled front panela serverske aplikacije. Levi deo front panela se koristi za komunikaciju sa klijentskom aplikacijom. Desni deo front panela je za prikazivanje podataka primljenih od klijentske aplikacije.



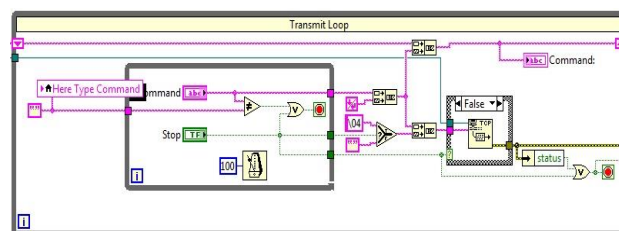
Slika 3.2 Izgled front panela serverske aplikacije

Serverska aplikacija ima dva stanja. Jedno stanje se odnosi na *running* stanje. To znači da je server pokrenut i da se čeka povezivanje klijenta na server. U ovom stanju server regularno radi. Drugo stanje se odnosi na *error* stanje. U tom slučaju desio se neki problem prilikom uspostavljanja konekcije. Najčešće su to problemi koji se odnose na izbor zauzete IP adrese ili porta.

Na slici 3.3 prikazan je deo blok dijagrama koji šalje poruke klijentu. Lista poruka koje server može da pošalje klijentu:

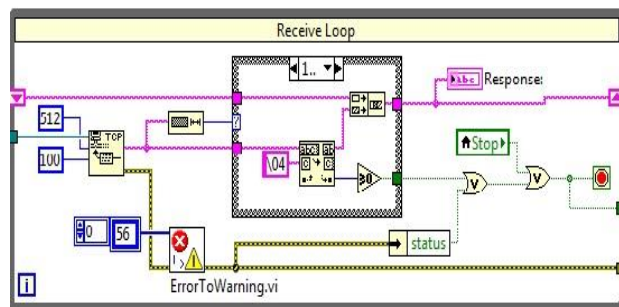
- CHECK
- STATLED1
- STATLED2
- ONLED1
- ONLED2
- OFFLED1
- OFFLED2
- STATTEMP

Svaki drugi string biće prosleden klijentu, ali klijent će odreagovati tako što odgovori da je komanda nepoznata (*UNKNOWN COMMAND*). Sve poslate poruke mogu se videti na levom delu front panela sve dok se ne prekine izvršavanje serverske aplikacije.



Slika 3.3 Deo blok dijagrama koji šalje poruke

Na slici 3.4 prikazan je deo blok dijagrama koji prima poruke od klijenta. Primljena poruka se obrađuje i u zavisnosti od sadržaja može da izvrši neku akciju na front panelu u vidu uključivanja ili isključivanja LED indikatora ili promene stanja ne skali termometra. Sve primljene poruke mogu se videti na levom delu front panela.



Slika 3.4 Deo blok dijagrama koji prima poruke

3.4 Klijentska aplikacija

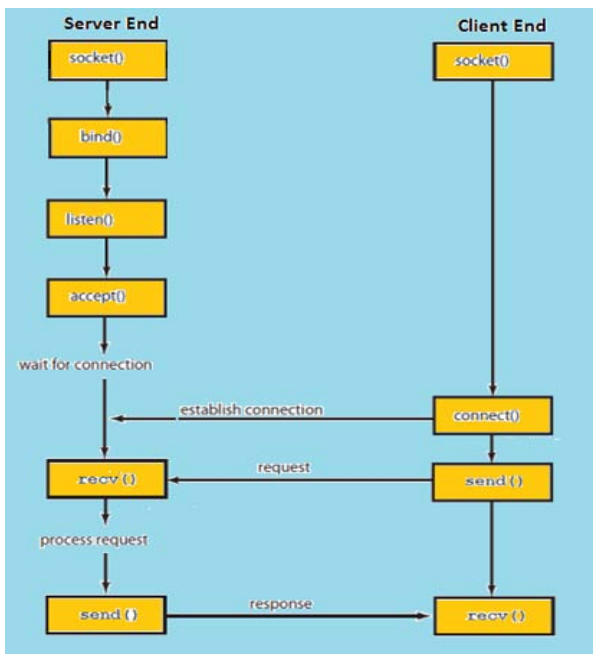
Klijentska aplikacija se izvršava na računaru *Raspberry Pi* na koji je instaliran operativni sistem *Raspbian*. Aplikacija je pisana u programskom jeziku *Python*. Prilikom pokretanja aplikacije potrebno je uneti odgovarajuće parametre. Prvi parametar koji se unosi odnosi se na IP adresu servera. Drugi parametar odnosi se na broj porta. U ovom primeru IP adresa servera je 192.168.0.29, a broj porta 2055.

Prilikom razvoja klijentske aplikacije korišćena je *Python*-ova *socket* biblioteka. Na slici 3.5 prikazan je dijagram toka uspostavljanja veze između servera i klijenta.

Posle uspešnog uspostavljanja veze između klijentske i serverske aplikacije, sve je spremno za upravljanje udaljenim uređajima. Udaljeni uređaji u ovom primeru su svetleće diode. Signali koji se koristi za uključivanje dioda, mogu se koristiti i kao signali za upravljanje nekim drugim uređajima. Dioda su izabrane zbog jednostavnije demonstracije, ali princip upravljanja je isti. U sistem je uključen i senzor temperature da bi se demonstrirala i razmena poruka u suprotnom smeru.

Na samom početku u klijentskoj aplikaciji pokreću se dve niti. Prva nit, *Transmit*, služi za slanje poruka ka serverskoj aplikaciji. Druga nit, *Receive*, koristi se za prijem poruka od serverske aplikacije. Niti su naizmeničo aktivne i nije moguće u isto vreme slati i primiti poruke. Prilikom razvoja korišćen je softverski alat *WireShark*

kako bi se snimila komunikacija. Podešavanjem određenih filtera u alatu, izdvojen je kompletan saobraćaj između IP adresa klijentske i serverske aplikacije i prikazan je samo TCP protokol. Na taj način vršena je interna kontrola saobraćaja.



Slika 3.5 Dijagram toka soket programiranja u Python-u

Kao što je prethodno u radu pomenuto razmena podataka između klijentske i serverske aplikacije odvija se samo u predefinisanim porukama. Bilo koja poruka biće poslata, ali klijentska aplikacija je neće prepoznati kao komandu i ispisaće “UNKNOWN COMMAND”. Na slici 3.6 prikazan je izgled konzole kada je aplikacija pokrenuta i razmenila nekoliko poruka sa serverskom aplikacijom.



Slika 3.6 Izgled klijentske aplikacije

4. ZAKLJUČAK

Cilj rada je da se prikažu mogućnosti udaljenog upravljanja korišćenjem VI servera. Takođe, bilo je potrebno napisati i klijentsku aplikaciju kako bi bilo moguće i praktično demonstrirati rad sistema. U ovoj realizaciji akcenat je bio na potvrdi da je tako nešto moguće uraditi. To je ostvareno i napisane su dve pokazne aplikacije. Obe aplikacije su modularne, tako da lako se mogu modifikovati, a zatim koristiti i u drugim, sličnim sistemima.

Ovako realizovan sistem je stabilan i lako se upravlja sa njim. Jednostavno se rekonfiguriše i prilagođava potrebama. Potencijalna unapređenja sistema su u smislu proširivanja projekta i na web aplikacije i web servere. Takođe, može se dodatno raditi na redizajniranju grafičkog interfejsa. Klijentska aplikacija se može uz male izmene implementirati na bilo koji uređaj koji podržava Linux operativne sisteme. Jedno od potencijalnih unapređenja se odnosi na unos IP adrese i porta. Ovdje je to definisano u kodu i ne može se menjati u toku rada, što znači da se ova aplikacija može konektovati samo na jedan server. Nažalost, ovakve aplikacije imaju jako nizak nivo zaštite od napada preko mreže.

5. LITERATURA

- [1] S. Sumathi, P. Surekha, “LabView Based Advanced Instrumentation Systems”, Springer, Berlin, 2007. godina
- [2] M. Santori, “An instrument that isn't really”, IEEE Instrumentation and Measurement Magazine 3(4), 36–39, 2002. godina
- [3] J. Tomić, M. Milovanović, “Virtualna instrumentacija primenom LabView programa”, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2012. godina
- [4] National Instruments, “G Programming Reference Manual”, <http://www.ni.com/pdf/manuals/321296b.pdf>, septembar 2016. godina
- [5] National Instruments, “LabView Intermediate II Connectivity Course Manual”, Austin, Texas, 2007. godina
- [6] Techbeamers, “Python tutorial – Essentials of python socket programming”, <http://www.techbeamers.com/python-tutorial-essentials-of-python-socket-programming/>, septembar 2016. godina

Kratka biografija:



Slobodan Račanović rođen je u Bijeljini 1990. godine. Osnovne studije je završio 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjena elektronika odbranio je 2016. godine.

SISTEM ZA UPRAVLJANJE PAMETNIM ZGRADAMA ZASNOVAN NA ZIGBEE PROTOKOLU**SMART BUILDING CONTROL SYSTEM BASED ON ZIGBEE PROTOCOL**Nemanja Miroslavljević, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisane su osnove osobine ZigBee bežičnog protokola. Opisana je i njegova primena u sistemima pametnih zgrada (*Building Management System, BMS*), od kojih elemenata se sastoji sistem pametnih zgrada i koja je njihova funkcija. Pokazano je koje su prednosti i mane korišćenja sistema pametnih zgrada i na koji način se postižu uštede u korišćenju energije. Na kraju je prikazano idejno rešenje kako jedan pametan objekat treba da se realizuje.

Abstract – This paper describes the basics of ZigBee wireless protocol and also describes how ZigBee works with intelligent building systems (*Building Management System, BMS*). Advantages and disadvantages of using smart building systems are shown, together with the explanations how to achieve energy savings. Finally, practical realization of one smart object implementation is shown.

Ključne reči: ZigBee, BMS (*Building Management System*)

1. UVOD

BMS (eng. *Building Management System*), inače poznat i kao BAS (eng. *Building Automation System*), je kompjuterski orijentisani sistem koji kontroliše, nadgleda i upravlja električnom, elektronskom, mehaničkom i drugom opremom različite namene (sistemi za grejanje, hlađenje, ventilaciju, alarmni sistemi, sistemi video nadzora, rasvete itd.) u kućnim, poslovnim ili industrijskim objektima.

BMS je centralni sistem koji je odgovoran za upravljanje, nadzor, vizualizaciju, konfiguraciju i praćenje učinka rada njegovih podsistema. BMS omogućava podršku BAS modulima, iako najčešće nisu u direktnoj sprezi (nema direktne veze sa odgovarajućim BAS – om.)

Na taj način, ako BMS prestane da radi, BAS nastavlja da izvršava zadate zadatke i omogućava sistemu da nastavi sa radom. Svaki BMS sastoji se iz dva dela softverskog i hardverskog. Međusobnom interakcijom softvera i hardvera pametne građevine se lako i brzo prilagođavaju spoljašnjim uslovima, odnosno faktorima. Na taj način pospešuje se energetska efikasnost, komfor, bezbednost, dok se sa druge strane troškovi održavanja objekta smanjuju.

NAPOMENA:

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

Svaki BMS sadrži više različitih modula koji međusobno komuniciraju i razmenjuju informacije, uglavnom, pomoću bežične mreže. Svi moduli moraju da zadovolje uslove pouzdanog i dugotrajnog rada uz što nižu cenu koštanja. Težnja svakog BMS modula jeste da što duže radi, a da pritom bude što manje dimenzije. Zbog toga se često izvori napajanja, najčešće baterije, smanjuju na najmanje moguće dimenzije.

Sa druge strane, bežična komunikacija je veliki potrošač energije, npr. za prenos jednog bita preko radio talasa, potrebno je onoliko energije koliko jednom mikrokontroleru za obavljanje 3000 instrukcija, zbog toga je optimizacija komunikacije, baterije i dimenzija samog modula veoma bitna stvar. Sadašnje generacije BMS zasniavaju se na otvorenim komunikacionim protokolima kao što je ZigBee protokol, pristup sistemu je omogućen putem interneta, tako da je moguće kontrolisati ceo objekat iz bilo kog dela sveta [1], [2].

U drugoj glavi rada opisan je jedan od protokola koji predstavlja rešenje za optimizaciju komunikacije između modula. Reč je o ZigBee protokolu koji ima vrlo malu potrošnju energije, nisku cenu, veliku pouzdanost, kao i jednostavnu instalaciju i održavanje uređaja. Opisani su nivoi na kojima se zasniva protokol, kao i koja je njihova uloga u razmeni podataka.

U trećoj glavi opisan je način rada ZigBee protokola, kako se formira ZigBee mreža i koje vrste povezivanja uređaja na mrežu postoje. Opisane su topologije zvezde, drveta, kombinovana i mrežna (eng. *mesh*) topologija. Način na koji se formira ZigBee mreža, kako se uređaji pridružuju na mrežu, kako se vrši inicijalizacija i reinicijalizacija mreže, koje su prednosti tihog pridruživanja na mrežu.

U četvrtoj glavi opisani su ZigBee objekti i ZigBee profili koja je njihova uloga i koje su prednosti kada se koriste. Takođe se spominje i ZigBee klaster biblioteka koja se sastoji od mnogo, korisnih, predefinisanih funkcija za lakšu upotrebu ZigBee uređaja.

U petoj glavi prikazano je idejno rešenje za projektovanje sistema pametne zgrade, opisane su komponente od kojih se svaki sistem sastoji i na koji način one rade i komuniciraju sa ostalim uređajima u pametnom objektu. U ovoj glavi opisano je na koji način pametna zgrada obezbeđuje komfor i uštedu energije u realnim uslovima, kako se ZigBee protokol može koristiti za praćenje potrošnje energije električnih potrošača u domaćinstvu.

Na kraju rada, u šestoj glavi izvedeni su odgovarajući zaključci i zapažanja koju ovo tehnologiju stavljaju na prvo mesto u bliskoj budućnosti.

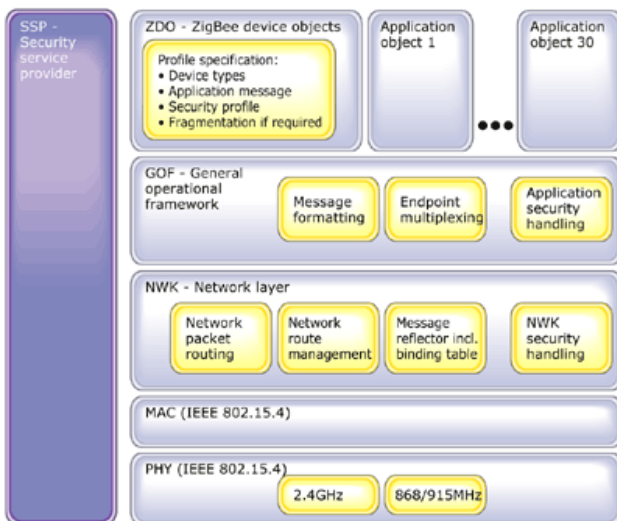
2.OSOBINE ZIGBEE PROTOKOLA

ZigBee je jeftin mrežni protokol, sa malom potrošnjom energije koji koristi bežičnu komunikaciju uz pomoć koje se raznovrsni uređaji povezuju jedni sa drugima. Ti uređaji su najčešće senzorske mreže za kontrolu, nadzor ili upravljanje. Njih karakteriše dugi životni vek baterije.

ZigBee uređaji imaju veoma malu potrošnju energije. Njegovi čipovi su najčešće integrisani za rad sa radio talasima ili mikrokontrolerima koji najčešće sadrže između 60 KB i 256 KB *flash* memorije. *ZigBee* može da radi na industrijskim, naučnim i medicinskim frekven-cijskim opsezima tzv. ISM (eng. *Industrial, Scientific and Medical*). Frekvencija od 2,4 GHz se koristi u najvećem delu sveta, 784 MHz se koristi u Kini, 868 MHz u Evropi, dok se u Americi i Australiji koriste opsezi od 915 MHz.

Prenos podataka varira od 20 kbit/s (868 MHz opseg) do 250 kbit/s (2.4 GHz opseg). *ZigBee* je nastao kao nadogradnja IEEE (eng. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*) standarda. IEEE 802.15.4 opisuje fizički i MAC (eng. *Media Access Control*) nivo, dok se mrežni i aplikativni nivo definišu na osnovu IEEE standarda. Napravila ga je kompanija *ZigBee Alliance* koja se sastoji od više različitih vodećih svetskih proizvođača [1].

Na slici 1. možemo videti blok šemu *ZigBee* aplikacij-skog staka. Sa slike se primećuje da se *ZigBee* protokol sastoji od četiri nivoa: fizički nivo (PHY), mrežni nivo (NWK), MAC nivo i aplikacijski nivo (GOF i ZDO).

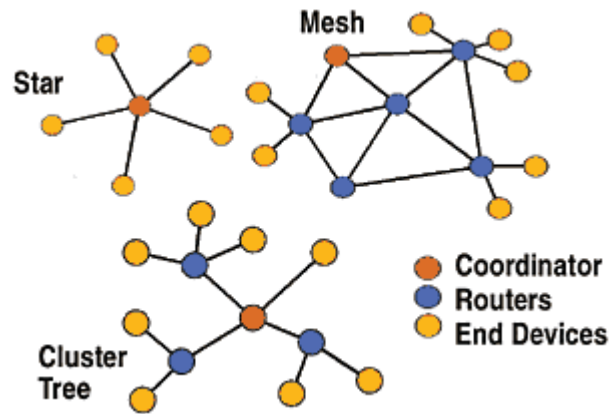


Slika 1. *ZigBee* aplikacioni stek [3]

Svaka mreža mora da ima jedan koordinatni uređaj, čiji je zadatak da kontroliše parametre, kao i proveru stanja samog uređaja (osnovno održavanje).

U mrežama koje su povezane u zvezdu koordinatni mora biti centralni čvor. Dok kod uređaja koji su povezani preko strukture stabla, ili *mesh* mreža omogućeno je korišćenje *ZigBee* rutera što u mnogome olakšava proširivanje komunikacije na mreži.

Aplikacioni nivo služi kao spona između korisnika i samog uređaja. Nekoliko varijanti topologije mreže prikazane su na slici 2.



Slika 2. *ZigBee* topologija mreže [4]

3. ZIGBEE MREŽA

IEEE norme definišu dve klase uređaja po svojstvu funkcionalnosti: FFD (eng. *Fully Functional Device* – uređaj sa potpunom funkcionalnošću) i RFD (eng. *Reduced Functional Device* – uređaj sa ograničenom funkcionalnošću).

FFD je uglavnom spojen na neki stalni izvor napajanja dok je RFD energetska samostalan (tj. ima neko svoje autonomno napajanje) te je kao takav ograničen u energetske smislu i funkcijama u mreži. *ZigBee* definiše uređaje po njihovoj ulozi na mreži. To su:

- koordinator (mrežni koordinator, eng. *Coordinator*, i on je uvek FFD) koji obavlja inicijalizaciju mreže, uspostavlja vezu između ostalih čvorova, služi kao izlaz prema nekoj drugoj vrsti mreže (LAN, GSM) itd.,
- ruter (eng. *Router*, je uvek FFD) koji služi za povećanje dometa mreže i
- krajnji uređaj (eng. *End device*), uglavnom je RFD, mada može biti i FFD na kojem su upravljačke jedinice, senzori, izvršni članovi (eng. *Actuators*), itd. [5].

U tabeli 1 prikazani su *ZigBee* uređaji, klase uređaja i koja im je funkcija u sistemu.

Tabela 1. Klase *ZigBee* uređaja [5]

ZigBee uređaj	IEEE klasa uređaja	Funkcija
Koordinator	FFD	Uspostavlja mrežu, dodeljuje mrežne adrese, brine o sigurnosti i ispravnosti razmene podataka između čvorova.
Ruter	FFD	Neobavezan. Povećava fizički domet mreže, omogućava većem broju čvorova spajanje na mrežu.
Krajnji uređaj	RFD (retko FFD)	Kontrolni uređaji.

ZigBee koristi digitalne predajnike i prijemnike za komunikaciju između uređaja. Tipična mreža se sastoji od tri vrste uređaja, kao u tabeli 1. Mrežni koordinatork je uređaj koji konfigurira mrežu i upravlja protokom podataka unutar nje.

Svaka *ZigBee* mreža mora imati jednog koordinatork. Ostali uređaji mogu biti ruteri, koji kao koordinatork moraju biti FFD, krajnji uređaji su tipično RDF.

ZigBee podržava dva tipa komunikacije u mreži:

1. komunikacija sa sinhronizacijom na mrežu (eng. *Beacon mode*) i
2. bez sinhronizacije na mrežu (eng. *Non beacon mode*).

Beacon mode je potpuno kontrolisana komunikacija u kojoj svi uređaji imaju tačno određeni period kada mogu komunicirati. U ovome režimu rada, koordinatork povremeno pošalje mrežnu poruku i tako „prozove“ uređaje na mreži. Uređaj potvrđuje da li ima podatke za slanje i šalje ih ako ima, u suprotnom se vrati u režim osluškivanja.

U *Non beacon* načinu rada, je manje koordinisana komunikacija, pošto u tom režimu svaki uređaj šalje podatke kada ih ima. Ovakav način komunikacije dopušta zagušenje medijuma za prenos, troši više energije budući da koordinatork mora biti uključen sve vreme.

Koordinatork – zadužen je za odabir kanala mreže i PAN Id, za formiranje nove PAN mreže. Kada je formirao PAN mrežu, koordinatork dopušta ruterima i krajnjim uređajima da se spoje na nju (PAN mrežu). Koordinatork može da prima i šalje podatke, može pomagati pri rutiranju podataka kroz mrežu. Koordinatork se napajaju konstantnim izvorima napajanja iz elektroenergetske mreže, zbog činjenice da koordinatork mora povezivati i rutirati podatke.

Ruter – prvo se mora pridružiti *ZigBee* PAN mreži pre nego što može obavljati posao rutiranja podataka. Kada se ruter pridruži PAN-u, on može dopustiti ostalim krajnjim uređajima, a i drugim ruterima da se pridruže PAN-u. Ruter takođe može slati i primati podatke, a može i rutirati pakete kroz mrežu.

Zbog činjenice da ruteri mogu dopustiti pridruživanje mreži i rutirati podatke ka krajnjim destinacijama, oni ne bi smeli biti u neaktivnom režimu (eng. *Sleep mode*) i takođe treba da se napajaju iz elektroenergetske mreže.

Krajnji uređaji – ima zadatak da se pridruži PAN mreži, ali za razliku od rutera ne može omogućavati pridruživanje drugih uređaja na mrežu, niti može pomoći u rutiranju podataka. Krajnji uređaj može samo primati i slati podatke preko RF medija. Oni su predviđeni da se napajaju iz baterija, tako da se mogu koristiti u režimu "spavanja" (neaktivnom režimu).

Pošto krajnji uređaji mogu biti ugašeni neko vreme, ruteri ili koordinatork za to vreme moraju uzeti sve pakete namenjene krajnjem uređaju i čuvati ih dok krajnji čvor ne pristupi mreži, odnosno dok ne pređe u aktivno stanje.

Koordinatork ili ruter koji dopusti krajnjem uređaju pristup na mrežu postaje odgovoran za krajnji uređaj, odnosno postaje njegov roditelj, dok se krajnji čvor smatra detetom koordinatorka ili rutera sa kojim je povezan.

4. KAKO RADI ZIGBEE

ZigBee ima dva režima rada mrežnog servisa:

- *ZigBee* aplikacijski objekat ZDO (eng. *ZigBee Device Object*) zajedno sa *ZigBee* aplikacijskim profilom ZDP (eng. *ZigBee Device Profile*),
- *ZigBee* klaster biblioteka ZCL (eng. *ZigBee Cluster Library*).

ZDO je specifični aplikacijski nivo, koji se uvek nalazi na krajnjem uređaju 0. Osmišljen je da upravlja stanjem *ZigBee* čvora. *ZigBee* aplikacijski objekat omogućava pristup *ZigBee* aplikacijskom profilu koji se nalazi na adresi 0x0000.

ZDP definiše klastere slično kao što definišemo specifične aplikacijske profile, ali za razliku od njih ZDP definiše kompatibilnost za sve *ZigBee* uređaje. Svi ZDP klasteri koji se nalaze na klijentskoj strani su opcionalni.

ZCL je skup predefinisanih *ZigBee* komandi koje u mnogome olakšavaju podešavanja raznovrsnih uređaja na mreži

ZigBee aplikacijski objekat je aplikacijski objekat odgovoran za inicijalizaciju aplikativnog podsloja APS (eng. *Application Support Sublayer*), mrežnog sloja, sigurnosnog servisnog provajdera SSP (eng. *Security Service Provider*). ZDO na svakom uređaju ima rezervisanu krajnju tačku 0 (krajnje tačke su numerisane od 1 do 240).

ZigBee klaster biblioteka takođe omogućava da uređaj budu prošireni sa specifičnim dodacima koji su definisali proizvođači. Na taj način proizvođačimogu da proizvedu dodatne funkcionalnosti koje su karakteristične samo za njihove proizvode.

5. SISTEMI PAMETNIH ZGRADA

Sistemi pametnih zgrada nastaju zbog potrebe stvaranja energetski efikasnog, ekonomičnog, komfornog i bezbednog građevinskog objekta. Razvoj savremenih tehnologija u ovoj oblasti omogućio je ispunjavnije kompleksnijih (složenih) zadataka, a da pri tome cena čitavog sistema postaje dostupna sve širem krugu građana.

Naziv "pametna" zgrada koristi se zbog mogućnosti prilagođavanja samog objekta potrebama korisnika koji u njoj provode vreme. Čitav sistem pametnih zgrada zasniva se na računarskim tehnologijama, odnosno na kompjuterskim servisima i bazama podataka. Takvi servisi i baze podataka moraju biti u mogućnosti da obrađuju velike količine informacija koje dobijaju od krajnjih uređaja, kao i od korisnika i da se u datom trenutku izvrše najoptimalnije komande.

Te komande mogu da budu uključivanje ili isključivanje rasvete, grejanja, kontrolisanje ventilacije, uključivanje ili isključivanje sistema za zalivanje, agregata, sistema za video nadzor, otvaranje ili zatvaranje prozora, podizanje ili spuštanje roletni, uključivanje ili isključivanje kućnih aparata,...

Komande se aktiviraju u zavisnosti od spoljašnjih faktora: doba dana (noć, dan, radno vreme...), detekcija pokreta, promena temperature, promena vlažnosti, prekid napajanja električnom energijom,...

Sa druge strane, sam korisnik može u svakom trenutku da pošalje komandu kojom će izmeniti osnovne komande sistema, na primer zahtevaće uključivanje svetla nakon radnog vremena ili u toku dana, može da podigne sigurnosni nivo objekta tako što će aktivirati alarmnu centralu, video nadzor...

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisan je *ZigBee* protokol, način kako funkcioniše i koja je njegova uloga u sistemima pametnih zgrada. Naglašeno je da njegova primena nije pogodna za velike mreže koje se koriste za prenos velikih količina podataka, već za mreže sa velikim brojem čvorova koje prenose relativno malu količinu podataka.

Podaci koji se šalju kroz mrežu uglavnom su informacije čiji se sadržaj može prikazati kao broj, ili tekst. Izbegava se slanje podataka koji u sebi sadrže slike, audio, ili video zapise.

Takođe opisani su i problemi sa kojima se korisnici *ZigBee* protokola suočavaju koji su uglavnom vezani za nekompatibilnost različitih proizvođača kao i sigurnost podataka.

7. LITERATURA

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Building_management_system, ZigBee

[2] <http://www.csemag.com/single-article/definitions-and-terminology/0079535b5215fbde1640bea6e592852a.html>, Definitions and terminology

[3] <http://www.design-reuse.com/articles/7675/home-networking-with-zigbee.html> *Home networking with ZigBee*

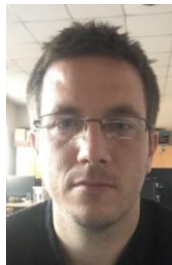
[4] <http://www.sensorsmag.com/networking-communications/wireless-sensor/the-realities-dealing-with-wireless-mesh-networks-774> *Wireless sensor the realities of dealing with wireless mesh networks*

[5]

https://bib.irb.hr/datoteka/536191.Beina_RFID_autorizacija_korisnika.pdf Bežična rfid autorizacija korisnika

Svim stranicama pristupljeno u septembru 2016.

KRATKA BIOGRAFIJA:



Nemanja Mirosavljev rođen je 1987. god. u Novom Sadu. Srednju školu završio je u Novom Sadu. Zaposlen je u firmi Levi9. Bavi se programiranjem u oblasti industrijskih projekata i komercijalnih aplikacija. Oblasti interesovanja su veoma široke:

- 1) .NET tehnologije (web servisi, entity framework, NET core, LINQ, microservices, MVVM, MVC....)
- 2) IoT
- 3) Smart home automation
- 4) Arduino
- 5) Industry 4.0



Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

**PROCENA MERNE NESIGURNOSTI PRI KALIBRACIJI PLATINSKIH
TERMOMETARA U SUVOM TEMPERATURNOM KUPATILU KAYE LTR -40/140
ESTIMATION OF MEASUREMENT UNCERTAINTY DURING CALIBRATION OF
PLATINUM THERMOMETERS IN DRY BATH KAYE LTR -40/140**

Nemanja Krasić, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad prikazuje eksperimentalne rezultate dobijene tokom istraživanja sprovedenih u laboratoriji za kalibracije Hemofarma A:D. u Vršcu. Predmet istraživanja jeste procena merne nesigurnosti pri kalibraciji platinskih termometara u suvom kupatilu Kaye LTR -40/140. Sva merenja i procedure merenja izvedene su u skladu sa smernicama nemačkog kalibracionog servisa DKD, tačnije DKD-R5-4 koja se odnosi na kalibraciju suvih blok kupatila. Sva merenja su obavljena na istoj opremi. Osnovni cilj istraživanja bila je procena merne nesigurnosti tokom kalibracije termometara pomoću suvog kupatila Kaye LTR -40/140.

Abstract – This paper presents experimental results obtained in the studies conducted in the laboratory for calibration inside a company Hemofarm A.D. The subject of research is evaluation of measurement uncertainty during calibration of platinum thermometers in a dry bath Kaye LTR -40/140. All measurements and the measurement procedures are carried out in accordance with the guidelines of the German calibration service DKD, namely DKD-R5-4, which refers to the dry block calibration bath. All measurements were performed on the same equipment. The main objective of this study was to estimate the measurement uncertainty during calibration of thermometers using a dry bath Kaye LTR -40 / 140.

Ključne reči – Kalibracija termometara, suvo kupatilo Kaye, merna nesigurnost

1. UVOD

Kalibracija industrijskih termometara, pored standardne procedure, uključuje i iskazivanje merne nesigurnosti tokom merenja kao ocene kvaliteta rada i poznavanja procesa merenja temperature određenim vrstama termometara [1,2].

U sklopu ovog rada biće predstavljena procena merne nesigurnosti tokom kalibracije merila temperature - platinskih otporničkih senzora.

Principi određivanja merne nesigurnosti sa opremom koja je korišćena tokom ove studije mogu se implementirati i na ostale tipove termometara u zavisnosti od principa rada i izvedbe.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Zoran Mitrović, redovni profesor.

Platinski otpornički senzori su uzeti u razmatranje na osnovu sledećih kriterijuma:

- Kritičnost merila po proces,
- Kritičnost merila po proizvod i
- Odnos kvaliteta merenja temperature i zahteva samog procesa tokom koga se odvija merenje/kalibracija.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Merila temperature koja čine vodeće elemente u toku nekog procesa (primer: sterilizacija parom) ili elemente koji prate i nadgledaju proces, čiji kvalitet merenja tokom kalibracije je potrebno znati u cilju ocene kvaliteta rada. Tokom uporednih metoda kalibracije merila temperature kod procesa koji zahtevaju malu granicu greške i dobru ponovljivost, od izuzetne je važnosti poznavati mernu nesigurnost merenja [3,4].

Cilj ovog istraživanja jeste procena merne nesigurnosti pri kalibraciji platinskih termometara opremom koja se redovno koristi u ovom procesu, suvo kupatilo Kaye LTR -40/140 i Kaye IRTD sonde.

3. MATERIJAL I METODE

U okviru praktičnog dela rada merenja izvršena u laboratoriji za kalibracije vršena su na dve tačke:

- Suvom kupatilu Kaye LTR -40/140
- Platinumskim termometrima Kaye IRTD 400
- Laptop računar sa software-om IRTD win



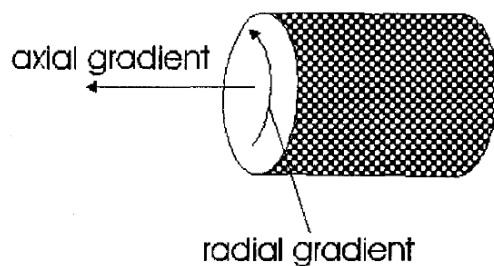
Slika 1. Izgled sistema na kome su vršena testiranja

U skladu sa preporukama nemačkog kalibracionog servisa studijom je ocenjena merna nesigurnost prethodno navedenog sistema na temperature od 121 °C – najčešća

vrednost temperature na kojoj se vrši proces sterilizacije kod parnih sterilizatora (autoklava).

Postupak procene merne nesigurnosti pri kalibraciji platinskih termometara u suvom kupatilu svodi se na ocenu nekoliko uticajnih parametara koji doprinose vrednosti merne nesigurnosti merenja i to:

- Aksijalna temperaturna homogenost koja se meri na tri različite temperature koje predstavljaju područje primene pokrivaajući ekstremne temperature koje se mogu pojaviti.



- Radijalna temperaturna homogenost jeste temperaturna razlika između zona u pojedinim rupama. Za procenu ovog parametra homogenosti moguće je čak izvesti merenje sa nekalibrisanim sondama ne narušavajući integritet podataka. Radijalnu temperaturnu homogenost ne treba ispitivati u slučaju manjih suvih kupatila sa samo jednim otvorom za sondu koja se kalibriše.
- Efekat ubacivanja jeste uticaj različitog ubacivanja sonde na radijalnu temperaturnu homogenost.
- Stabnost u vremenu. Varijacija temperature u vremenu u zonama - pojedinačnim rupama predviđenim za merenje, mora biti dovoljno mala. Varijacije temperature se smatraju dovoljno malim kada je najveća temperaturna razlika koja se javlja u roku od 30 minuta manja ili jednaka polovini nesigurnosti navedenog merenja.
- Starenje sonde - razlika između dve sonde zabeležena je u toku dva nezavisna perioda od po deset sati pri maksimalnoj temperaturi kupatila (140 °C).
- Histerezis. Naizmeničnim zagrevanjem od 50 °C do maksimuma kupatila (140 °C) i vraćanjem na 50 °C dobija se podatak o histerezi.
- ubina uranjanja. Greške uranjanja nisu određene po performansama kalibracionog kupatila, već po dubini uranjanja i karakteristikama sonde koje se ubacuju u kalibraciono kupatilo. Osnovna stvar o kojoj je potrebno voditi računa kad su u pitanju PRT-ovi jeste to da je telo sonde sa senzorskim elementom relativno veliko, pa je potrebno dodatno uranjanje za aplikacije koje zahtevaju veću tačnost.

4. REZULTATI

DKD Metod kalibracije temperature na 121 °C, sobna temperatura 21 °C, koristeći referentnu sondu RT 400 sa Kaye LTR suvim kupatilom.

Uzrok nesigurnosti	Definicija nesigurnosti	$u_i(t)$ °C
Standardni termometar uključujući merenja sa njim	Sertifikat	0.03
Aksijalna temperaturna distribucija	Ovaj izveštaj	0.039
Radijalna temperaturna distribucija	Ovaj izveštaj	0.00028
Ubacivanje u blok	Ovaj izveštaj	0.0023
Stabilnost sa vremenom	Ovaj izveštaj	0.0020
Starenje referentnog termometra	Ovaj izveštaj	0.0086
Ponovljivost (histerezis)	Ovaj izveštaj	0.0057
Odvođenje toplote sa termometra	0.25% od $(T_{meas} - T_{env})$	N/P
$u(i) = ([U_i(1)]^2 + U_i(2)^2 + U_i(3)^2 + U_i(4)^2 + U_i(5)^2 + U_i(6)^2 + U_i(7)^2]^{1/2} =$		
Kombinovana nesigurnost	K=1	0.0503
Proširena nesigurnost	K=2	0.1007

5. DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

Svrha ovih testova i proračuna bila je utvrđivanje kolika je greška metode kojom se vrše merenja, i procena vrednosti merne nesigurnosti, tj. mogućnosti merenja, za metodu uporednog merenja sa LTR Kaye temperaturnim kupatilom i IRTD sondama, koje se koriste u Hemofarm A.D. za proveru merila temperature, na temperaturi 121 °C.

Na osnovu opisanog postupka dobijeni su rezultati koji pokazuju da vrednost proširene nesigurnosti zadovoljava zahtevane kriterijume.

obij ena vrednost proširene merne nesigurnosti/mogućnosti merenja od 100 mK je dovoljno mala i prikladna za merenja koja se obavljaju testiranim etalonima (moguće je obavljati kalibraciju merila sa tačnošću ± 0.1 °C, što je adekvatno za kalibracije koje obavlja Odeljenje kalibracija). Takođe, merna nesigurnost same IRTD sonde je 30 mK (eksterna kalibracija sonde, podatak sa sertifikata Kaye-ove kalibracije), što znači da se pri merenjima ne unosi greška metode koja može značajnije uticati na rezultate kalibracije.

Cilj ovog istraživanja jeste procena merne nesigurnosti pri kalibraciji platinskih termometara opremom koja se redovno koristi u ovom procesu, odnosno procena kvaliteta izvođenja kalibracije platinskih termometara pomenutom opremom na temperaturi 121 °C što predstavlja jednu od najvažnijih tačaka kalibracije svih platinskih termometara u Hemofarm A.D.

ZAHVALNOST

Autor ovog rada se zahvaljuje profesorima dr Ivanu Župunskom i dr Zoranu Mitroviću, na pomoći u realizaciji rada.

6. LITERATURA

- [1] Guideline DKD-R 5-1 - Calibration of Resistance Thermometers
- [2] Guideline DKD-R 5-4 - Calibration of Temperature Block Calibrators
- [3] EURAMET cg-13 Version 2.0 (03/2011) - Calibration of Temperature Block Calibrators
- [4] Traceable Temperatures - An Introduction to Temperature Measurement and Calibration (Second Edition)

Kratka biografija:



Nemanja Krsić rođen je u Glamoču 1987. god. Master rad odbranio je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Instrumentacija i merenja.

ELEKTROLOG I GAMA SONDA ZA GEOFIZIČKA KAROTAŽNA MERENJA ELECTROLOG AND GAMMA PROBE FOR GEOPHYSICAL WELL LOGGING

Stanko Đokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Sadržaj - U ovom radu opisan je uređaj koji predstavlja modernu verziju geofizičkog karotažnog sistema. Projektovani i realizovani hardver i softver kompletnog uređaja detaljno su opisani i proanalizirani, gde je akcenat stavljen na praktičnoj realizaciji sonde. Poseban osvrt posvećen je mogućnostima i ograničenjima predloženog rešenja, uz smernice po kojima bi moglo da teče dalje usavršavanje uređaja.

Abstract – This paper describes a device which is a modern version of geophysical well logging system. Designed and implemented a complete hardware and software of device are described and analyzed first, where the emphasis is placed on the practical realization of the probes. A special emphasis is devoted to the possibilities and limitations of the proposed solutions, along with guidelines for which could run further improvement of device.

Ključne reči: Geofizički karotaž, Elektrolog sonda, Gama sonda

1. UVOD

Ležišta nafte i gasa se ne nalaze svuda u svetu, niti je njihovo lociranje slučajan proces. Zato se ulažu velika sredstva i naponi radi otkrivanja lokacija ležišta i što preciznijih podataka o njihovoj strukturi.

Geofizička karotažna merenja se koriste za određivanje parametara od interesa u naftnim, vodenim i gasnim bušotinama.

Kako trenutno ne postoji sonda koja može da odredi sve parametre od interesa, merenje u bušotinama zahteva spuštanje različitih tipova sonde (ili lanca različitih sonde), da bi se došlo do željenih informacija.

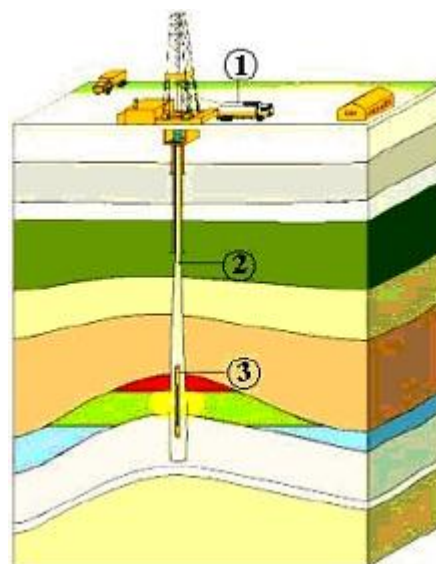
U ovom radu je detaljnije opisana elektrolog i gama sonda za merenje u vodenim nezacevljenim bušotinama.

2. GEOFIZIČKI KAROTAŽ

Geofizički karotaž (GFK) predstavlja skup postupaka merenja, obrade i interpretacije geofizičkih podataka u bušotinama, u cilju određivanja geoloških i fizičkih svojstava delova Zemljine kore. Metode GFK-a primenjuju se u različitim oblastima istraživanja, kao što su:

- Istraživanje ležišta energetskih sirovina (nafta, gas, uglj)
- Istraživanje ležišta vode
- Istraživanje geotermalne energije
- Istraživanje ležišta mineralnih sirovina (rude metala i nemetala)
- Različita geološka istraživanja, itd.

Tipičan sistem za ispitivanje bušotina prikazan je na slici 1.



Slika 1. GFK sistem za ispitivanje bušotina

Osnovni delovi GFK sistema su:

1. Površinska jedinica za analizu i nadgledanje merenih rezultata
2. Kabel za spuštanje sonde kroz ispitivanu bušotinu i komunikacioni link između mernih instrumenata i površinske jedinice
3. Merne sonde

2.1. Podela geofizičkih karotažnih sistema

Geofizički karotažni sistemi mogu da se podele na četiri osnovne grupe:

- Električni geofizički karotažni sistemi
- Nuklearni geofizički karotažni sistemi
- Akustični geofizički karotažni sistemi
- Ostali geofizički karotažni sistemi

Električni geofizički karotažni sistemi obuhvataju postupke geofizičkog karotaža, koji se zasnivaju na merenju električnih svojstava formacija.

Nuklearni geofizički karotažni sistemi obuhvataju postupke merenja prirodne radioaktivnosti stena i efekata

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Miloš Živanov, redovni profesor.

izazvanih bomabardovanjem stene radioaktivnim česticama.

Akustični geofizički karotažni sistemi obuhvataju postupke geofizičkog karotaža, koji se zasnivaju na merenju brzine prostiranja elastičnih talasa kroz različite sredine.

2.2. Izvođenje geofizičkih merenja u bušotinama

Istraživanje počinje lociranjem potencijalno perspektivnih oblasti, odnosno prostora u kojima je moguće formiranje određenog tipa ležišta (voda, ugljovodnici, ugalj, itd.). Istraživanje, najčešće, počinje geološkim i geofizičkim ispitivanjima na površi terena.

Geofizička karotažna merenja se, najčešće, izvode po završetku određene faze bušenja, pre zacevljenja. Sonda se prvo spušta na dno bušotine, a zatim se polako podiže gore (konstantnom brzinom) i tokom podizanja se vrše merenja (najčešće kontinualno). Na osnovu kompleksne analize rezultata različitih geofizičkih karotažnih merenja mogu da se odrede litološka svojstva formacija, količine i kvalitet fluida, kao i mogućnosti za eksploataciju ležišta. Ako se utvrdi da je nalazište ekonomski isplativo, prelazi se na „osvajanje“. Kada proizvodnja padne ispod nivoa ekonomske isplativosti, bušotina se likvidira, a po prestanku rada svih bušotina ležište se napušta.

3. ELEKTROLOG I GAMA SONDA

Elektrolog i gama sonda predstavljaju geofizički karotažni uređaj koji se koristi za merenje u vodenim nezacevljenim bušotinama. On se sastoji od dve sonde koji funkcionišu kao jedan zajednički sklop, a koji na osnovu manjih tehničkih izmena, odnosno prepravki može da se koristi kao dva zasebna uređaja. Elektrolog i gama sonda se koriste za merenje (geofizički karotaž) primenom sledećih geofizičkih karotažnih metoda:

- Metoda specifične električne otpornosti (SEO)
- Metoda sopstvenog potencijala (SP)
- Metoda prirodne gama radioaktivnosti (GR)
- Merenje temperature (T)

Metoda specifične električne otpornosti (SEO)

Braća Schlumberger su 1927. godine uvele novu metodu merenja na naftnim poljima u Francuskoj, koju su nazvali „električno jezgrovanje“, nagoveštavajući da bi ovaj metod mogao da bude zamena za klasično jezgrovanje, u cilju ispitivanja bušotina. Tako je prvi put tačkasto merenje specifični električni otpor (SEO) stena u bušotini. Merenje je izvedeno spuštanjem niza od tri elektrode, na relativno bliskom rastojanju, na određena mesta u bušotini.

Strujni izvor je emitovao struju u zemlju kroz dve udaljene elektrode. Merio se pad potencijala između dve druge elektrode koje su se nalazile na bližem međusobnom rastojanju. Na taj način se određivao SEO ispod površine zemlje.

Metoda sopstvenog potencijala (SP)

Sopstveni potencijal (SP), kao jedan od prvih izvedenih GFK merenja, otkriven je slučajno. On se pojavio kao potencijal koji je prouzrokovao greške u prvim električnim merenim sistemima. Pravilna interpretacija krive sopstvenog potencijala zavisi od poznavanja

njegovog porekla, kao i od svojstava formacije i isplake, koji utiču na stvaranje ovog potencijala. Vrednosti SP su u stvari zbir dva potencijala:

- Elektrohemijskog
- Elektrokinetičkog (potencijal elektrofiltracije)

Kada SP kriva ima nagib, on odgovara promeni potencijala u zavisnosti od promene dubine. Veći nagib – veća promena. Na osnovu analize krivih SP mogu se izvesti geološke korelacije, procenjivati litološke promene, kvalitativno procenjivati porozitet i permeabilitet, kao i određivati R_w tj. salinitet slojne vode.

Metoda prirodne gama radioaktivnosti (GR)

Merenje prirodnog γ – zračenja je počelo kasnih 30-ih godina, kao prvo „neelektrično“ merenje i do danas se ono zadržalo kao nezamenljivi deo geofizičkih karotažnih merenja. Ono danas postoji u vidu dva tipa merenja:

- Merenje prirodne γ – radioaktivnosti
- Merenje spektra prirodne γ – radioaktivnosti

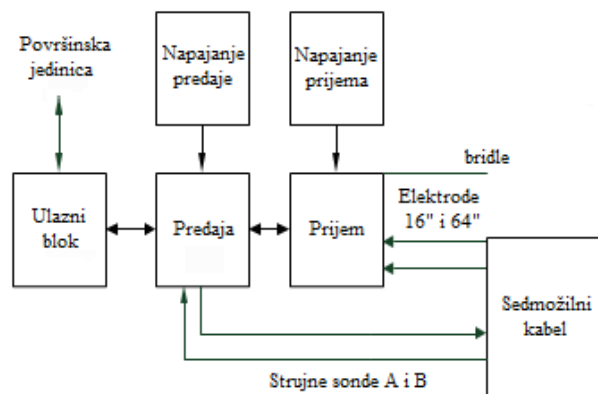
Merenje GR se tradicionalno koristi da bi se uspostavile korelacione zone između susednih bušotina, kao i za grubu procenu litologije. Sonda GR sadrži detektor koji meri gama zračenje koje potiče iz određenog dela formacije u blizini sonde. Scintilacioni detektori se danas uglavnom koriste za detekciju zračenja, dok su se ranije koristili Gajger-Milerovi ili proporcionalni detektori. Velika primena im je u merenjima u nezacevljenim bušotinama, za korelaciju dubina, i td.

3.1. Elektrolog sonda

Elektrolog sonda se sastoji, odnosno organizovan je u pet funkcionalnih jedinica, koje su realizovane u vidu osam štampanih ploča:

- Ulaznog bloka (za dvosmernu komunikaciju sa površinskom jedinicom)
- Predajnog dela
- Prijemnog dela
- Galvanskog napajanja za predaju
- Galvanskog napajanja za prijem

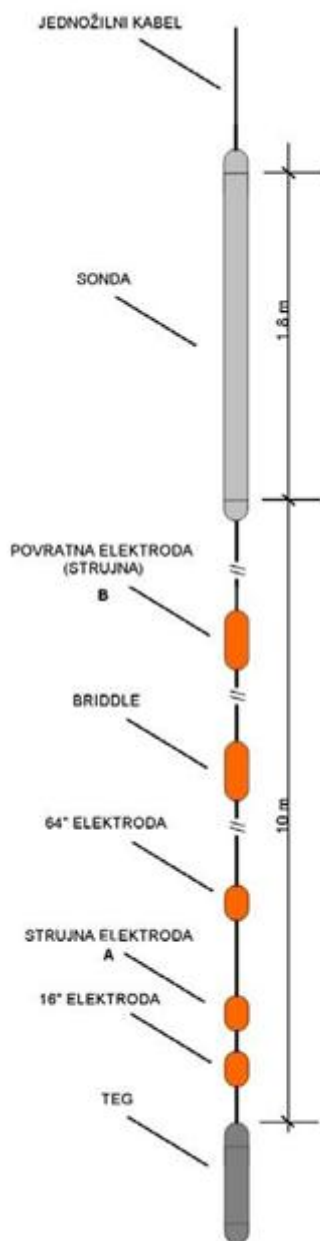
Funkcionalni dijagram elektronskog sklopa elektrologa prikazan je na slici 2.



Slika 2. Funkcionalni dijagram elektronike elektrolog sonde

Blok šema mehaničke konstrukcije elektrolog sonde prikazana je na slici 3. Kućište elektrologa izrađeno je

od bešavne prohromske cevi visoke otpornosti na teške uslove u bušotini.



Slika 3. Mehanički sklop sonde elektrologa

Elektrolog se može primenjivati za merenje specifične električne otpornosti i sopstvenog potencijala u nezacevjenim bušotinama, do dubine od 2 km. Ova sonda se prvenstveno koristi kod vodenih bušotina, kod kojih se podaci o slojevima prvenstveno dobijaju na osnovu ove sonde. Sonda se posredstvom jednožilnog kabla spušta na dno bušotine, pri čemu se vrši merenje.

3.2. Gama sonda

Gama sonda se sastoji od scintilacionog detektora, elektronskog bloka za napajanje i slanje impulsa i elektronskog bloka za obradu impulsa dobijenih sa scintilacionog detektora. Impulsi dobijeni sa scintilacionog detektora prosleđuju se u elektronski blok za obradu impulsa, a nakon toga u elektronski blok u kome se vrši priprema izlaznog signala za protokol po kojem komunicira sa površinskom jedinicom. Veza između sonde u bušotini i površinske jedinice koja

vrši akviziciju podataka ostvarena je preko jednožilnog kabla.

Gama detektor je scintilacioni, koji se sastoji od NaI kristala, fotomultiplikatorske tube i razdelnika napona. U trenucima prolaska čestica radijacije kroz kristal pobuđuju se fotoni od kojih se na izlazu fotomultiplikatora dobija strujni impuls. Broj i amplituda strujnih impulsa koji pri tome nastaju daju informaciju o prirodnoj gama radioaktivnosti. Strujni impulsi se pretvaraju u naponske impulse i preko komparatora šalju prema mikrokontroleru, gde mikrokontroler utvrđuje broj impulsa u sekundi.

Funkcionalni dijagram elektronskog sklopa scintilacione gama sonde prikazan je na slici 4.



Slika 4. Funkcionalni dijagram elektronskog sklopa scintilacione gama sonde

Mehanička konstrukcija scintilacione gama sonde prikazana je na slici 5.

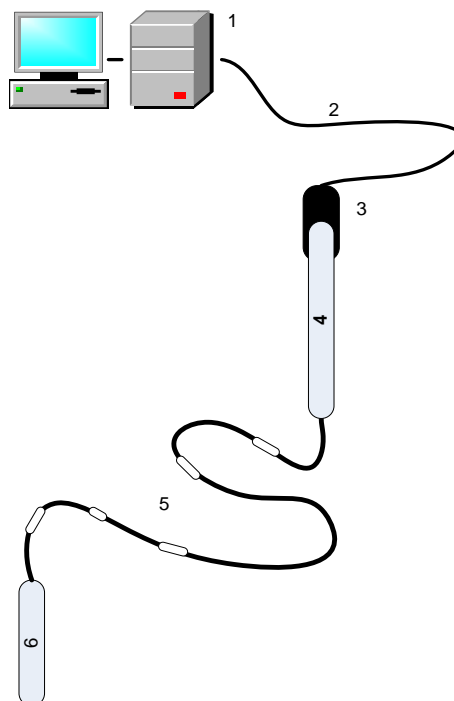


Slika 5. Mehanički sklop scintilacione gama sonde

Gama sonda se može primenjivati za merenje prirodne gama radioaktivnosti u bušotinama i bunarima. Sonda se preko kabla spušta, odnosno podiže iz bušotine, pri čemu se vrši merenje. Robusno, hermetički zatvoreno telo sonde omogućava merenje pri teškim uslovima u bušotini.

4. PRAKTIČNA REALIZACIJA UREĐAJA

Funkcionalni dijagram mernog sistema sa sondama elektrolog i gama prikazan je na slici 6.



Slika 6. Funkcionalni dijagram mernog sistema sa elektrolog i gama sondom

Merni sistem sa **slike 6** sastoji se od sledećih delova:

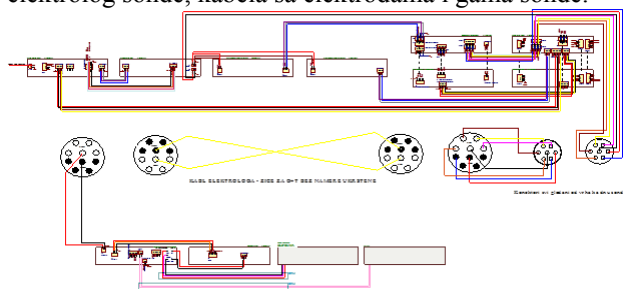
1. Površinska jedinica
2. Elektromehanički kabel
3. Kablovska glava
4. Elektrolog sonda
5. Kabel sa elektrodama
6. Gama sonda

Elektrolog sonda je mehanički konstruisan iz dva dela. Prvi je mehanički kompaktn, sastoji se od prohromske cevi u kojoj se nalaze štampane pločice čvrsto spojene na noseću aluminijumsku šasiju, a drugi se sastoji od visokokvalitetnog elektromehaničkog sedmožilnog kabla sa nosećom čeličnom sajlom u sredini kabla, i pet žica (ostale dve se koriste za napajanje i komunikaciju sa gama sondom) sa kontaktnim elektrodama na krajevima.

Gama sonda se takođe sastoji od prohromske cevi u kojoj se nalaze štampane pločice. Merno područje gama sonde je od 0 do 1000 impulsa/s, a predviđena je za rad pri temperaturi u bušotini od 100°C (maksimalno 2 sata).

4.1. Konačna realizacija elektrolog i gama sonde

Na **slici 7** data je električna šema povezivanja kompletnog sistema za geofizičko karotažno merenje sastavljen od elektrolog sonde, kabla sa elektrodama i gama sonde.



Slika 7. Električna šema povezivanja elektrolog i gama sonde

Na **slici 8** prikazana je konačna realizacija elektrolog i gama sonde (sa kablom sa elektrodama) koji se primenjuje za geofizička karotažna merenja.



Slika 8. Elektrolog i gama sonda – konačna realizacija uređaja za GFK merenja

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisana je problematika geofizičkog karotažnog merenja pomoću elektrolog i gama sonde u

nezacevljenim bušotinama. Predstavljen je princip rada uređaja i dat detaljan opis merenja pomoću četiri geofizičke karotažne metode koje se obavljaju zahvaljujući sondama. Geofizičke karotažne metode koje se primenjuju za merenje su odabrane zahvaljujući tome što su pokazale najbolje rezultate prilikom određivanja litološkog sastava zemljišta po slojevima.

Na osnovu izloženog u ovom radu vidi se da je elektrolog i gama sonda moderan i vrlo efikasan uređaj koji se koristi u geofizičkim karotažnim mernim sistemima. Elektronski i mehanički sklopovi sonde su građeni u vidu modula, koji se mogu lako zameniti u slučaju kvara ili eventualne modifikacije. Robusnost ovog celokupnog sistema omogućava merenje (geofizički karotaž) pri teškim uslovima. Moguća poboljšanja u narednoj (naprednijoj) verziji uređaja mogla bi biti u pravcu detektovanja grešaka, kao i zaštite opreme i korisnika.

6. LITERATURA

[1] G. Mančić, S. Martinović, M. Živanov, „Geofizički karotaž – osnovni fizički principi“, DIT NIS - Naftagas, Novi Sad, 2002.

[2] M. Brkić, M. Živanov, V. Dogan, N. Cvijić, V. Milosavljević, Đ. Obradović, G. Krža, „Sonda za merenje električne otpornosti zemljišta – elektrolog 211ed“, Novilog d.o.o., Novi Sad, 2012.

[3] Đ. Obradović, M. Živanov, V. Milosavljević, „Instrument za merenje prirodne gama radioaktivnosti“, Novilog d.o.o., Novi Sad, 2009.

[4] Hardverska realizacija upravljačke elektronike elektrolog sonde za merenje u vodenim bušotinama <https://www.automatika.rs/projekti/svi-projekti/hardverska-realizacija-upravljacke-elektronike-elektrolog-sonde-za-merenje-u-vodenim-busotinama>, jul 2016.

[5] Osnovni podaci o geofizičkom karotažu pdf http://www.rgf.bg.ac.rs/predmet/RO/VI%20semestar/Osnovi%20geofizickog%20karotaza/Predavanja/predavanje0_2.pdf, jul 2016.

Kratka biografija:



Stanko Đokić rođen je u Novom Sadu 1987. godine. Osnovne akademske studije završio na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Mikroročunarska elektronika, na usmerenju za Primenjenu elektroniku 2012. godine.

Napomena: Autor izražava posebnu zahvalnost kolegama iz firme **Novilog d.o.o.** gde je ovaj rad i realizovan.

PAMETNI NOSIVI UREĐAJ SA PRIKUPLJANJEM ENERGIJE IZ OKOLINE ZA PRAĆENJE PARAMETARA U OKRUŽENJU KORISNIKA**SMART WEARABLE DEVICE WITH ENERGY HARVESTING FOR MONITORING PARAMETERS IN USER ENVIRONMENT**Đorđe Juhas, Živorad Mihajlović, Vladimir Rajs, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je realizacija hardvera uređaja za prikupljanje solarne energije iz okoline sa praćenjem parametara u okolini korisnika sa mogućnošću dopunjavanja android pametnih mobilnih telefona. Realizovani uređaj predviđen je za montažu na odeću ili opremu korisnika i kao takav služi za praćenje parametara koje uređaj prikupi iz svoje neposredne okoline. Podaci se potom šalju putem bežične komunikacije preko bluetooth modula koja je namenjena za povezivanje sa smart telefonima.

Abstract – This paper presents hardware realisation of a device whose main purpose is to collect solar energy from the environment and monitoring environmental parameters in the vicinity of the user with the possibility of supplementing android smart mobile phones. Implemented device is designed for mounting on clothing or users equipment and as such serves to monitor the parameters that the device has recovered from their immediate environment. The data is then sent via wireless bluetooth module communication which is intended to connect to smart phones.

Ključne reči: Prikupljanje solarne energije iz okoline, nosivi uređaj, bluetooth, mikrokontroler, UV Senzor

1. UVOD

Uređaji koji se ugrađuju na odeću ili opremu korisnika postaju sve popularniji. Iz godine u godinu pojavljuju se novi senzori za praćenje okoline koji su malih dimenzija i imaju malu potrošnju. U ovom radu je predstavljen uređaj koji sadrži senzore za detekciju UV (Ultra Violentnog) zračenja, temperature, vazdušnog pritiska, vlažnosti vazduha i koncentracija gasova CO (Ugljen monoksid) i NO₂ (Azot dioksid), a kao veliko unapređenje predstavljeno je napajanje koje prikuplja energiju iz okoline. Ovakav uređaj je namenjen za sve ljubitelje prirode kao što su rekreativci, biciklisti, planinari i mnogi drugi. Njegova prednost je što je lagan i malih dimenzija i vrlo lako se može montirati na odeću ili opremu korisnika kao što su jakna, ranac, biciklistička kaciga i drugi rekviziti od značaja za korisnika. Pored toga što je malih dimenzija ovaj uređaj u realnom vremenu pruža korisniku uvid trenutno stanje njegovog neposrednog okruženja kako bi mogao blagovremeno da odreaguje ukoliko su uslovi u kojima se nalazi štetni za zdravlje, pogotovo ukoliko se

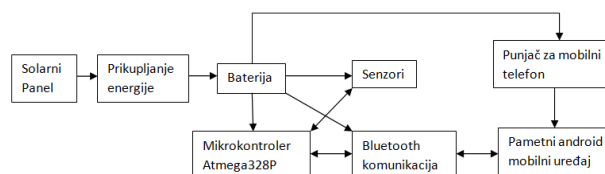
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Rajs, docent.

nalazi u obilaski ili istraživanju neke pećine u kojoj može doći do povećane koncentracije gasova, kao što je ugljen monoksid, koji je bez mirisa i može da izazove fatalne posledice po pojedinca.

2. OPIS HARDVERA

Osnovna blok šema realizovanog uređaja prikazana je na slici 2.1. Upravljanje radom kompletnog uređaja vrši se pomoću mikrokontrolera Atmega328P, koji prikuplja informacije od strane senzorskih komponenti putem I²C komunikacije i putem RS232 (serijske komunikacije) prikupljene parametre šalje preko bluetooth modula ka pametnom telefonu. U ovom radu nije realizovana aplikacija za pametni telefon, pa je uređaj u svrhu testiranja podatke slao na PC.



Slika 2.1. Blok šema realizovanog uređaja

Konačan izgled realizovanog uređaja je prikazan na slici 2.2.



Slika 2.2. Izgled realizovanog uređaja

Uređaj se sastoji iz dva podsistema. Prvi se odnosi na prikupljanje solarne energije iz okoline za napajanje kompletnog uređaja i punjač baterije, drugi obuhvata deo uređaja koji je fokusiran na senzore i prikupljanje parametara iz bliže okoline.

3. PRIKUPLJANJE SOLARNE ENERGIJE

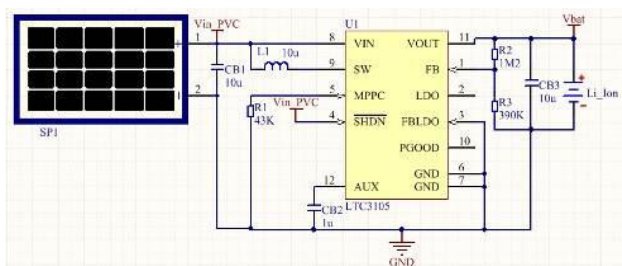
Prikupljanje solarne energije je realizovano pomoću fleksibilne foto naponske solarne ćelije snage 0,3 W, maksimalnog napona 2 V i struje 150 mA.. Izgled fleksibilne solarne ćelije je prikazan na slici 3.1.



Slika 3.1. Izgled fleksibilne solarne ćelije

Energija sa solarne ćelije se dalje vodi na LTC3105[2] DC/DC boost pretvarač sa integrisanim praćenjem tačke maksimalne snage (MPPC - Maximum Power Point Control), čiji donji radni prag iznosi 250 mV i ide do 5V ulaznog napona maksimalne izlazne struje do 400 mA. Ovo integrisano kolo se koristi kao ulazni stepen u uređajima za punjenje baterija ili super kondenzatora što se u literaturi označava kao prikupljanje energije iz okoline. Kao izvori energije iz okoline mogu da se koriste solarne ćelije koje prirodnu sunčevu svetlost pretvaraju u napon, termoelektrični generatori koji toplotnu energiju pretvaraju u napon, vibracioni generatori koji vibracije pretvaraju u napon.

LTC3105 proizvođača Silicon Labs predstavlja integrisano kolo sa kompletnim rešenjem za prikupljanje energije iz okoline. Njegova integrisana logika za MPPC i rad sa malim ulaznim naponima reda nekoliko stotina milivolti, omogućava mu optimalnu ekstrakciju energije i čine ga idealnim za prikupljanje energije sa jedne fotonaponske ćelije male snage reda nekoliko stotina mW LTC3105 se može koristiti za direktno napajanje uređaja ili za punjenje baterije čime se postiže dugotrajniji rad i manji troškovi održavanja. Na slici 3.2. prikazana je električna šema povezivanja LTC3105 integrisanog kola sa solarnim panelom i Li-ion baterijom.



Slika 3.2. Električna šema povezivanja LTC3105

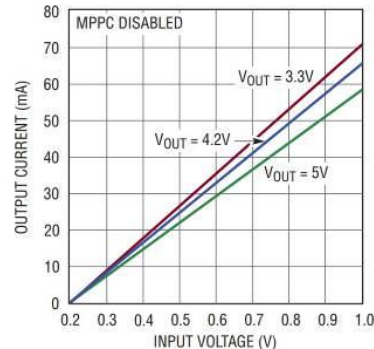
Nama su od značaja sledeći proračuni za optimalan rad ovog kola :

$$V_{bat} = 1,004V * (R_2/R_3 + 1) \quad (1)$$

$$V_{MPPC} = 10\mu A * R_1 \quad (2)$$

Gde su V_{bat} izlazni napon punjenja li-ion baterija i V_{MPPC} napon koji odgovara tački maksimalne snage solarnog panela. Ukoliko u gore navedenim jednačinama otpornike R_1 , R_2 i R_3 zamenimo sa vrednostima otpornika koji su dati

na električnoj šemi na slici 3.2. dobićemo za V_{MPPC} vrednost od 0,43 mV, a za V_{out} vrednost od 4,1 V. Kada je vrednost ulaznog napona V_{in} jednaka ili veća od 0,43 mV, LTC3105 počinje sa radom odnosno to je minimalan napon koji je dovoljan na ulazu ovog kola da ono provede i omogući njegov neometan rad. Na slici 3.3. prikazana je strujno naponska karakteristika LTC3105 koja predstavlja odnos ulaznog napona i izlazne struje.



Slika 3.3. IU karakteristika LTC3105

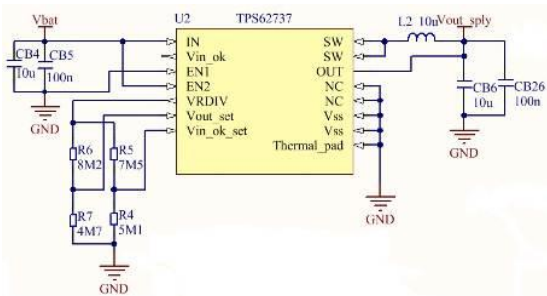
Sa slike 3.3. možemo videti odnos izlazne struje u zavisnosti od ulaznog napona sa linearnom karakteristikom tih odnosa pri podešenom izlaznom naponu u opsegu od 3.3 V do 5V. Pošto je u našem slučaju na izlazu LTC3105 podešen napon 4,1 V zbog li-ion baterije čiji je nominalni napon punjenja ne sme premašiti 4,2 V, sa IU karakteristike ćemo posmatrati linearnu krivu $V_{OUT} = 4,2$ V. Posmatrajući tu krivu vidimo da za slučaj minimalnog potrebnog ulaznog napona od 0,43 mV u tom intervalu imamo na izlazu nešto manje od 20 mA struje, a pri 2V ulaznog napona koliko može da nam isporuči solarni panel u idealnom slučaju imaćemo na izlazu LTC3105 oko 140 mA izlazne struje. Možemo zaključiti da će za naše kolo pri ulaznim naponima od 0,43 mV do 2 V izlazni napon biti 4,1 V sa strujnim opsegom od 20 mA do 140 mA.

Tako prikupljena energija sa solarne ćelije se vodi na li-ion bateriju koja služi za skladištenje energije kako bi uređaj neometano funkcionisao i kada nema adekvatnog izvora svetlosti. Za ovaj uređaj iskorišćena je Li-ion baterija kapaciteta 350 mAh.

Punjenje li-ion baterije vrši u četiri faze. Prva faza punjenja je punjenje baterije konstantnom strujom visokog intenziteta dok je napon u konstantnom porastu, kada napon baterije dostigne nominalnu vrednost, punjenje baterije prelazi u fazu dva koja predstavlja punjenje baterije konstantnim naponom dok je struja u linearnom opadanju. Za bateriju kažemo da je napunjena kada struja opadne na 3 do 5 procenata od nominalnog kapaciteta baterije prikazanog u Ah (Amper časovima), u našem slučaju pošto koristimo bateriju od 350 mAh, smatramo da je baterija napunjena kada je njena kapacitivnost između 332,5 mAh do 339,5 mAh i tada se okončava druga faza i ulazi se u treću fazu, koja predstavlja terminalnu fazu u kojoj se punjenje baterije zaustavlja i ukoliko imamo neki potrošač baterija se srazmerno prazni i kada se isprazni do određene vrednosti ulazimo u četvrtu fazu u kojoj se vrši dopunjavanje baterije. U ovom uređaju implementirano je praćenje napona baterije i kada je napon baterije nizak uređaj ulazi u režim štednje energije, tako što će se podaci ređe salati a pojedini senzori će biti u neaktivnom režimu rada.

4. SENZORI I BLUETOOTH MODUL

Pošto većina senzora i bluetooth modul rade u opsegu napajanja od 3V do 3,6V prethodno opisan sistem za prikupljanje i skladištenje energije ne možemo iskoristiti takvog kakav jeste, odnosno, ne možemo izvršiti napajanje senzora i modula naponom preko maksimalnog nominalnog napona da ne bi došlo do oštećenja ili prestanka daljeg rada senzora. U tu svrhu je iskorišćen TPS62737[3], koji od napona sa izlaza LTC3105 odnosno sa baterije spušta nivo sa 4,1 V na 3,3 V što je optimalno za rad senzorskog(UV, temperature, vazdušni pritisak i vlažnost vazduha), komunikacionog i mikrokontrolerskog dela, dok sensor za merenje koncentracija gasova (CO i NO₂) radi na nominalnom naponu od +5V, pa je za njegov rad implementiran podizač napona koji je kontrolisan od strane mikrokontrolera kako bi se sprečila prevelika potrošnja. Na slici 4.1. prikazana je električna šema TPS62737 integrisanog kola, spuštača napona na 3,3V.



Slika 4.1. Električna šema TPS62737

Na slici 2.6. prikazana je električna šema za povezivanje pomenutog integrisanog kola, u pitanju je spuštač napona koji na svom izlazu ima napon od 3,3 V. Ovo je specijalno kolo koje u svom radu troši ispod 25uA struje.

S obzirom da prag napona napajanja mikrokontrolera ima širi opseg od 1,8 do 5,5 V odlučili smo se da i njega napajamo sa izlaza TPS62737. Podešavanje vrednosti izlaznog napona vrši se pomoću razdelnika napona koji čine otpornici R₆ i R₇, a formule od značaja za proračun izlaznog napona su sledeće :

$$R_{SUM} = R_6 + R_7 = 13 \text{ M}\Omega \quad (1)$$

$$R_7 = (V_{BIAS} * R_{SUM}) / V_{OUT} \quad (2)$$

$$R_6 = R_{SUM} - R_7 \quad (3)$$

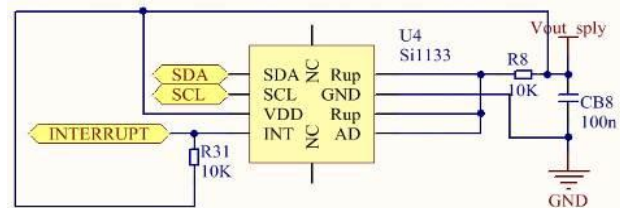
Iz jednačine (1) vidimo da ukupan zbir ova dva otpornika ne sme preći 13 M Ω što je preporuka proizvođača. U jednačini (2) V_{BIAS} i R_{SUM} su nam poznate vrednosti i idu redom 1,21 V i 13 M Ω , sve što treba da uradimo je da unesemo vrednost za željeni izlazni napon V_{OUT} i proračunamo vrednost otpornika R₇, nakon toga smenom u jednačini (3) dobijamo kolika je vrednost otpornika R₆. U našem slučaju to su vrednosti koje su zapisane na električnoj šemi na slici 4.1. Vrednosti ostalih komponenti su stavljene po preporuci proizvođača i izlazni napon V_{OUT} je u našem slučaju podešen na 3,3 V potrebnih za napajanje senzora i bluetooth modula.

Za potrebe realizacija ovog uređaja iskorišćeni su sledeći senzori:

- Si1133 UV indeks senzor
- Si7020-A10 senzor vlažnosti vazduha i temperature
- MPL3115A2 senzor pritiska i nadmorske visine
- MicS-4514 senzor za merenje koncentracije gasova CO i NO₂

4.1. Si1133 UV indeks senzor

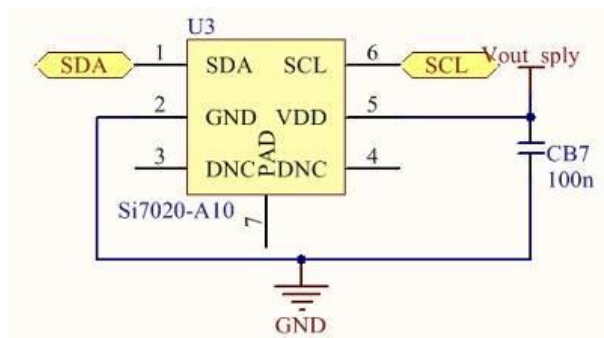
Si1133[4] predstavlja senzor UV ineksa zračenja i detektor ambijentalnog svetla sa I²C digitalnim interfejsom i programabilnim izlaznim prekidom. Njegovim radom se upravlja preko registara kojima se pristupa preko I²C komunikacije, na ovaj način senzor ne mora biti stalno aktivan već na zahtev mikrokontrolera izvršava merenja i prosleđuje prikupljene informacije o UV indeksu i ambijentalnom osvetljenju, a tkođe senzor može u određenim vremenskim intervalima da izvršava merenja i da o tome obaveštava mikrokontroler preko prekida svaki put kada izvrši merenje ili kada izmerena vrednost pređe zadatu vrednost parametara. Na ovaj način je omogućena manja potrošnja energije i mikrokontroler može raditi u sleep režimu i ne mora se raditi stalno prozivanje senzora(*eng. Pooling*). Na slici 4.2. prikazana je električna šema Si1133 senzora.



Slika 4.2. Električna šema Si1133 senzora

4.2. Si7020-A10 senzor vlažnosti vazduha i temperature

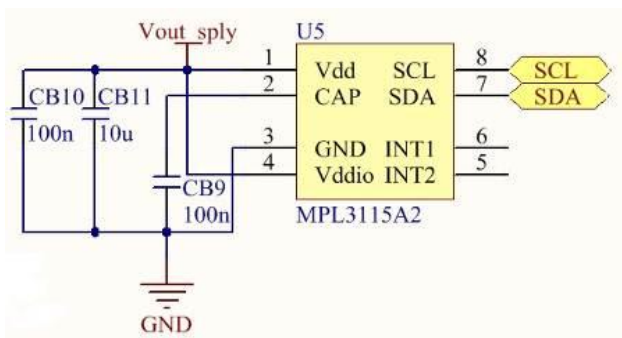
I²C Si7020[5] senzor vlage i temperature je monolitno CMOS integrisano kolo koje vrši integraciju elemenata za merenje vlage i temperature, analogno digitalni pretvarač, obradu signala, podatke za kalibraciju i I²C interfejs. Senzori vlažnosti i temperature su fabrički kalibrisani, podešavanja se čuvaju u neizbrisivoj memoriji na čipu. To znači da nije potrebno kalibrisati senzore čime se štede resursi mikrokontrolera. Na slici 4.3. je prikazana električna šema Si7020-A10 senzora.



Slika 4.3. Električna šema Si7020-A10 senzora

4.3. MPL3115A2 senzor vazdušnog pritiska

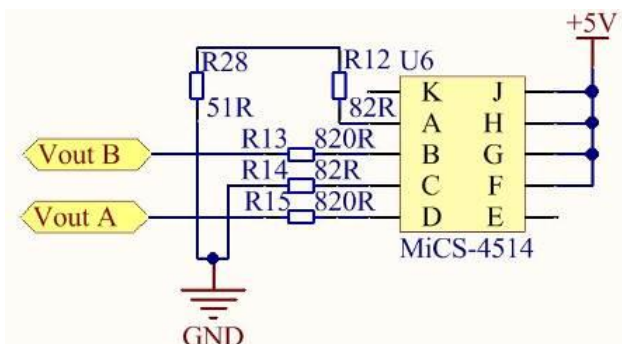
MPL3115A2[6] je kompaktan piezootporni senzor za merenje apsolutnog pritiska sa I²C interfejsom. Odlikuje ga širok radni opseg od 20 kPa do 110 kPa sa kojim može da pokrije sve nadmorske visine na Zemlji. Služi za merenje vazdušnog pritiska, nadmorske visine i temperature. Na slici 4.4. prikazana je električna šema MPL3115A2 senzora.



Slika 4.4. Električna šema MPL3115A2 senzora

4.4. MiCS-4514 detektor gasova

MiCS-4514[7] je senzor za detekciju gasova zagađenja CO(Ugljen Monoksid) i NO₂(Azot Dioksida). Detekcija ovih gasova se vrši tako što se meri otpornost oba senzora. Kada je u pitanju senzor za merenje CO, njegova otpornost se smanjuje sa povećanjem koncentracije ovog gasa, kod NO₂ senzora otpornost raste sa povećanjem koncentracije gasa. Na slici 4.5. prikazana je električna šema povezivanja MiCS-4514 senzora za detekciju gasova.



Slika 4.5. Električna šema MiCS-4514 senzora

4.5. Bluetooth RN4020 modul

Kompletna komunikacija između mikrokontrolera i PC aplikacije vrši se upravo preko mikročipovog RN4020[8] Bluetooth modula. Prednost ovog modula u odnosu na druge je taj što se ponaša i kao *Slave* i kao *Master*. To znači da je moguća obostrana komunikacija između mikrokontrolera i PC aplikacije. Korišćeni modul je prikazan na slici 4.6.



Slika 4.6. Bluetooth modul RN4020

Osim pomenute prednosti, odlikuju ga male dimenzije, naponski nivo od 3V do 3,6V, SMD pakovanje i integracija svih propratnih komponenti koje su potrebne za rad modula u sam modul, ASCII komande za pristupanje i setovanje rada modula preko UART komunikacije, kao i doomet komunikacije od 10m.

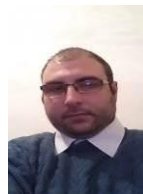
5. ZAKLJUČAK

Uređaj sa prikupljanjem energije iz okoline za praćenje parametara u okruženju korisnika, čija je hardverska realizacija opisana u okviru ovog rada, u potpunosti zadovoljava polaznu koncepciju koja je podrazumevala kreiranje jednostavnog i jeftinog nosivog uređaja, male potrošnje i edukativnog karaktera. Ovaj uređaj može međutim da se shvati i kao prototip, čijim bi daljim usavršavanjem eventualno mogao da se stvori i komercijalno zanimljiv proizvod.

6. LITERATURA

- [1] Tehnička dokumentacija i uputstvo za rad sa Atmega328P. Dostupno na <http://www.atmel.com>, septembar 2016
- [2] Tehnička dokumentacija i uputstvo za rad sa LTC3105 integrisanim kolom. Dostupno na <http://www.linear.com/product/LTC3105>, septembar 2016
- [3] Tehnička dokumentacija i uputstvo za rad sa TPS62737 integrisanim kolom. Dostupno na <http://www.ti.com/product/TPS62737>, septembar 2016
- [4] Tehnička dokumentacija i uputstvo za rad sa Si1133. Dostupno na <https://www.silabs.com/Support%20Documents/TechnicalDocs/Si1133.pdf>, septembar 2016
- [5] Tehnička dokumentacija i uputstvo za rad Si7020-A10. Dostupno na <http://www.mouser.com/ds/2/368/Si7020-272416.pdf>, septembar 2016
- [6] Tehnička dokumentacija i uputstvo za rad MPL3115A2. Dostupno na http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPL3115A2.pdf, septembar 2016
- [7] Tehnička dokumentacija i uputstvo za rad MiCS-4514. Dostupno na <http://files.manylabs.org/datasheets/MICS-4514.pdf>, septembar 2016
- [8] Tehnička dokumentacija i uputstvo za rad RN4020. Dostupno na <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70005191B.pdf>, septembar 2016

Kratka biografija:



Đorđe Juhas rođen je 1986. godine u Novom Sadu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroročunarska elektronika odbranio je 2016. godine



Dr Vladimir Rajs rođen je 1982. godine u Apatinu. Diplomirao je 2007, a doktorirao 2015 godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2016. zaposlen je kao docent na Departmanu za elektroniku, energetiku i telekomunikaciju FTN-a. Oblasni interesovanja su mu elektronika i primenjena elektronika



Živorad Mihajlović rođen je 1981. godine u Kosovskoj Mitrovici. Diplomirao je 2005. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2009. godine zaposlen je kao istraživač saradnik na Departmanu za elektroniku, energetiku i telekomunikacije FTN-a. Oblasni interesovanja su mu elektronika i primenjena elektronika.

PREGLED I TESTIRANJE TANKOSLOJNIH FOTO ČELIJA EXAMINATION AND TESTING OF THIN FILM SOLAR CELL

Predrag Jandrić, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su date osnovne informacije o tankoslojnim foto ćelijama, njihova podela i softveri za određivanje potencijala sunčevog zračenja. Prikazan je pregled tržišta i predstavljeni neki od proizvođača. Izvršeno je merenje karakteristika tankoslojnog CIS FN panela. Dati su rezultati, snimljene karakteristike i urađena je odgovarajuća analiza.

Abstract – The paper provides basic information on thin film solar cells, their classification and software to determine the potential of solar radiation. An overview of the market and major manufacturers is presented. Measurement of CIS thin-film PV panel characteristics is done. Results of measurements, recorded characteristic and appropriate analysis are presented.

Ključne reči: Tankoslojni FN panel, solarna energija, energetska efikasnost

1. UVOD

Pretvaranje energije Sunca u električnu energiju vrši se uz pomoć fotonaponskih ćelija tj. fotonaponskom konverzijom. Princip rada ovakve ćelije zasniva se na fotoelektričnom efektu: kada se sunčevo zračenje apsorbira u fotonaponskoj ćeliji na njenim krajevima se javlja elektromotorna sila. Fotonaponski (FN) sistemi predstavljaju najsavremenija rešenja u oblasti korišćenja obnovljivih izvora energije, odnosno pretvaranja solarne energije u električnu.

U radu su opisani različiti tipovi FN ćelija sa posebnim akcentom na tankoslojne FN ćelije. Dat je kratak pregled tržišta FN panela sa njihovim karakteristikama, opisani sistemi sa tankoslojnim FN panelima i na kraju izvršeno kratko istraživanje stvarnih karakteristika ovih ćelija. Prikazani su rezultati merenja, snimljene karakteristike panela i izvršena odgovarajuća analiza.

2. TIPOVI FOTONAPONSKIH ČELIJA

Prve fotonaponske ćelije pojavile su se pre više od 50 godina i bile su izrađene na bazi silicijuma [1]. Međutim, silicijum nije idealan materijal za FN konverziju zbog relativno male absorpcije sunčevog zračenja, a i tehnologija proizvodnje i obrade čistog kristalnog silicijuma je složena i skupa. Ovi problemi inicirali su istraživanja drugih materijala i legura pogodnih za primenu u FN tehnologiji. Pre 20-tak godina stvorena je tzv. druga generacija FN ćelija u koju spadaju tankoslojne FN ćelije, izrađene spajanjem više p-n spojeva od

poluprovodnika različitih provodnih karakteristika i debljina od svega nekoliko mikrometara [1]. FN uređaji druge generacije su znatno jeftiniji, otporniji su za rad na povišenim radnim temperaturama, mogu biti transparentni, estetski i arhitektonski su atraktivni. FN ćelije mogu biti izrađene od različitih tipova poluprovodničkih materijala, koji mogu biti složeni u različite strukture sa ciljem postizanja što bolje efikasnosti transformacije energije sunčevog zračenja u električnu energiju. Za izradu FN ćelija koriste se sledeći poluprovodnički materijali i tehnologije: **Silicijum (Si)** – uključujući monokristalni silicijum (c-Si), polikristalni silicijum (p-Si) i amorfni silicijum (a-Si). **Polikristalni tankoslojni materijali** (polikristalni tanki film) – uključujući CIS spoj poluprovodnih materijala (Bakar-Indijum-Diselenid), CdTe (Kadmijum-Telurid), te tankoslojni silicijum (većinom amorfni silicijum).

Monokristalni tankoslojni materijali (monokristalni tanki film) – većinom izvedeni od Galijum-Arsenida (Ga-As).

Višeslojne strukture materijala – kombinacije raznih poluprovodničkih materijala.

3. KARAKTERISTIKE TANKOSLOJNIH FN ČELIJA

Termin „tankoslojni“ odnosi se na tehnologiju polaganja filma, a ne na debljinu sloja, pošto se tankoslojne FN ćelije polažu u izrazito tankim, uzastopnim slojevima atoma, molekula ili jona. FN ćelije izrađene tehnologijom tankog filma imaju mnogo prednosti u odnosu na ćelije izrađene klasičnim metodama. Prednosti su:

- pri izradi tankoslojnih ćelija koristi se manje materijala pošto debljina takvih ćelija varira od 1 do 10 μm , dok su klasične Si ćelije debljine od 100 do 300 μm ;
- tankoslojne ćelije proizvode se besprekidnim, automatizovanim procesima i mogu se polagati na jeftine podloge (staklo, nerđajući čelik, plastika i sl.);
- zbog fleksibilnosti proizvodne tehnologije polaganja slojeva tankog filma, ćelija standardnih dimenzija (125x125)mm i modul sačinjen kao jedna velika ćelija (75x150)cm mogu se proizvesti istom aparaturom;
- ćelijama izrađenim tehnologijom tankog filma nije potrebna metalna mreža za gornji kontakt (kao kod c-Si ćelija), već koriste tanki sloj transparentnog provodljivog oksida;
- slojevi tankog filma polažu se na odabranu podlogu uključujući antirefleksioni i transparentni provodljivi sloj oksida, čime se skraćuje proces proizvodnje.

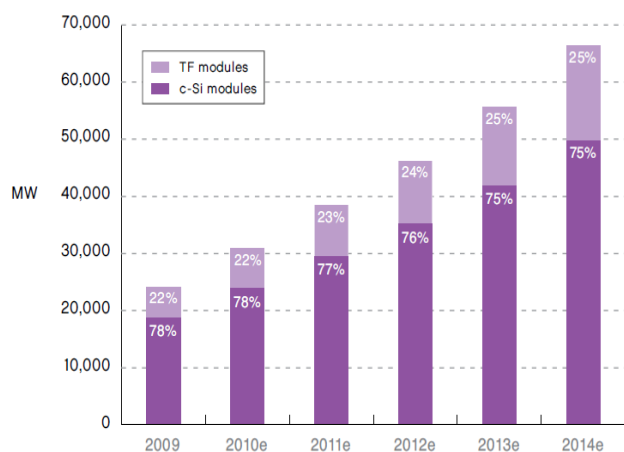
4. TRŽIŠTE FN PANELA

Tržište FN panela u svetu ima tendenciju ubrzanog rasta [2]. S druge strane, zahvaljujući stalnim tehnološkim

NAPOMENA:

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

inovacijama i sve jačoj konkurenciji cene panela padaju po prosečnoj godišnjoj stopi od oko 5%. Očekuju se i veće stope pada. Udeo tankoslojnih FN panela u smislu ukupnih instalisanih kapaciteta u svetu je preko 25% i očekuje se da će rasti svake godine [3]. Razlog zbog čega su mnoge kompanije investirale u tankoslojnu tehnologiju FN panela jeste manjak silicijuma proteklih nekoliko godina kao i smanjenje troškova izrade tankoslojnih FN panela. Na slici 1 prikazana je proizvodnja FN modula – silicijumskih kristalnih (c-Si) i tankih filmova (TF). Vidi se da udeo TF polagano raste.



Slika 1 - Proizvodnja C-Si i Thin film modula [3]

Tržište tankoslojnih FN panela je proteklih godina u stalnom rastu. Tankoslojni solarni paneli su lakši, tanji i fleksibilniji od ostalih tipova fotonaponskih panela te je stoga njihov nivo primene mnogo veći [3]. Iako nivo efikasnosti još uvek nije dosegao druge tipove solarnih sistema, kombinovano sa niskom cenom i vrlo jednostavnom proizvodnjom može se očekivati dodatni uzlet u korišćenju ove vrste tehnologije solarnih panela. U tabelama 1 – 4 prikazani je pregled ključnih proizvođača različitih tipova FN panela sa svojim karakteristikama.

Tabela 1: Proizvođači i karakteristike mikrokristalnih panela

Proizvođač	Tip proizvoda	Snaga Pika [Wp]	Napon pri piku [V]	Struja pri piku [A]	Napon praznog hoda [V]	Struja kratkog spoja [A]
Bosch	μm-Si plus 130	130	70	1.88	89	2.19
Bosch	μm-Si plus 120	120	67	1.84	88	2.11
Sharp	NA - V125H1	125	69	1.86	88	2.03
Sharp	NA - V115H1	115	64	1.76	87	1.97

Tabela 2: Proizvođači i karakteristike CdTe panela

Proizvođač	Tip proizvoda	Snaga Pika [Wp]	Napon pri piku [V]	Struja pri piku [A]	Napon praznog hoda [V]	Struja kratkog spoja [A]
First solar	FS-270	70	65.5	1.07	88	1.23
First solar	FS-272	72.5	66.6	1.09	88.7	1.22
First solar	FS-280	80	71.2	1.12	91.5	1.22
GE energy	GE-CdTe78	77.5	72.4	1.07	75	1.23
Q-cell	Q.spec70-90	77.5	69.9	1.11	90.5	1.2

Tabela 3: Proizvođači i karakteristike CIS panela

Proizvođač	Tip proizvoda	Snaga Pika [Wp]	Napon pri piku [V]	Struja pri piku [A]	Napon praznog hoda [V]	Struja kratkog spoja [A]
SOLAR frontier	SF130-I	130	74	1.77	106	2.10
Würth	Folleto CIS WÜRTH ingles	23	16.5	1.4	77	1.5
SOLAR frontier	SF90H-EX-8	90	45	2	59.8	2.3
SOLAR frontier	SF87H-EX-8	87.5	43.8	2	59	2.3
Avancis	PowerMax Strong	110	40.4	2.72	56.9	3.19

Tabela 4: Proizvođači i karakteristike CIGS panela

Proizvođač	Tip proizvoda	Snaga Pika [Wp]	Napon pri piku [V]	Struja pri piku [A]	Napon praznog hoda [V]	Struja kratkog spoja [A]
Q.CELLS	SL2-115	115	77	1.49	94.7	1.61
SOLAR my dva	MY155-CIGS	155	28.7	5.4	41.2	6.7
Q.CELL	SL2-90	90	55.2	1.18	69.6	1.33
Solarion	SOL100Flex	115	17.5	6.57	24.1	7.61
Axuntek	A9634501	90	45.6	1.97	61.1	2.36
MiaSole	MS120GG	120	19	6.29	24.9	7.35
Me2solar	CIGS30me2	30	12	1.2	27.3	1.69

5. TEORIJSKA ANALIZA ENERGETSKE EFIKASNOSTI TANKOSLOJNIH FN PANELA

Sistemi sa tankoslojnim FN panelima primenljivi su na fasadama i krovovima zgrada orijentisanim prema severu ili istoku, autobuskim čekalištima, baštama, parkovima itd. Arhitektonska, konstrukcijska i estetska integracija tankoslojnih FN panela u objekte (eng. BIPV- Building Integrated Photovoltaic) jedna je od rastućih grana industrije obnovljivih izvora energije. Budućnost je u nastojanju da se solarna energija ugradi u objekte svakodnevnog upotrebe kao što su stambeni objekti, škole, kancelarije, i da se ti objekti pretvore u male proizvođače i distributere električne energije.

Sa povećanjem broja instalisanih solarnih sistema u svetu povećava se i potražnja za softverima koji se mogu koristiti za analizu, procenu i simulaciju rada ovih sistema. Na svetskom tržištu prisutan je veliki broj računarskih softvera za tu namenu. Neki od njih su lako dostupni preko interneta dok su drugi komercijalni. Softveri za simulaciju rada solarnih sistema se dizajniraju sa različitim ciljevima. Karakteristike tih softvera zavise od cilja njihove upotrebe i svaki od njih funkcioniše za specifičnu oblast primene solarnih sistema. Većina računarskih softvera za analizu, procenu i simulaciju rada solarnih sistema koriste različite oblike ulaznih fajlova i njihovih formata, ali uglavnom svi zahtevaju slične vrste podataka kao što su: geografski položaj date lokacije, vrednosti energije sunčevog zračenja, tehničke karakteristike komponenata solarnog sistema, itd.

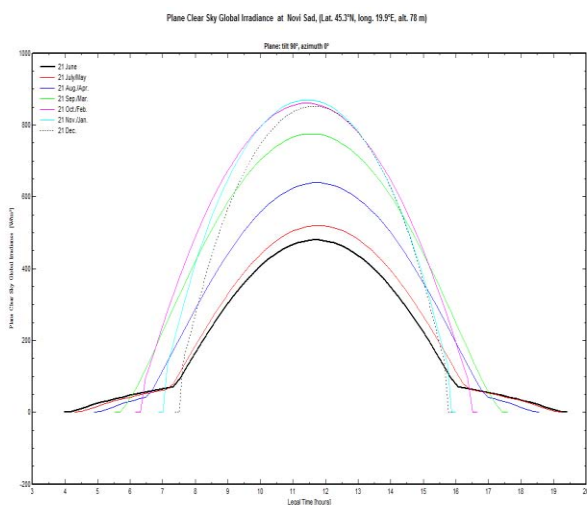
Novi Sad, sa položajem severne geografske širine 45° 15' i istočne geografske dužine 19° 51', ima prosečnu godišnju energiju globalnog sunčevog zračenja (ozračenja), na horizontalnu površinu od 1350 kWh/m². U radu je prikazana teorijska analiza energetske efikasnosti tankoslojnih FN panela za primenu panela na fasadi i prozorima zgrada na teritoriji grada Novog Sada. Analiza je prvo urađena pomoću PVGIS-a. Za analizu je

odabran tankoslojni solarni modul izrađen na bazi CIS tehnologije. Uzeta je snaga od 11,04 kW, koja je ekvivalentna snazi jednog prosečnog domaćinstva. Analiziran je takozvani *Building integrated sistem*, odnosno sistemi integrisani u samu zgradu koji ne poseduju sistem za praćenje. PVGIS je proračunao da će ukupni gubici u tavom sistemu biti 26,3% te da će godišnja proizvodnja biti 7970 kWh (tabela 5).

Tabela 5: Proizvodnja i ozračenje CIS tankoslojnih solarnih panela

Fiksni sistem: nagib=90°, azimut=-0°				
Mesec	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	15.80	490	1.81	56.1
Feb	21.40	601	2.48	69.3
Mar	24.80	770	2.93	90.8
Apr	23.70	710	2.90	87
Maj	21.30	661	2.77	86
Jun	19.20	576	2.62	78.7
Jul	21.20	656	2.89	89.5
Aug	25.30	784	3.30	102
Sep	29.10	873	3.59	108
Okt	27.60	854	3.31	103
Nov	18.60	559	2.19	65.6
Dec	14.30	442	1.63	50.6
Godišnji prosek	21.8	665	2.70	82.2
Ukupno godišnje	7970		986	

Potom je urađena teorijska analiza rezultata pomoću softvera PVSyst. Analiza koja je rađena u PVSyst takođe podrazumeva 11,04 kW snage. Za analizu je uzet mrežni sistem sa tankoslojnim CIS solarnim panelima. Analiza pokazuje da će ovakav sistem proizvesti 9274 kWh godišnje. Naravno ove brojke zavise od tehnologije i kvaliteta izrade samih modula. Sve ove simulacije su izvedene za vrednost azimutnog ugla od 0° i nagibnog ugla od 90°.

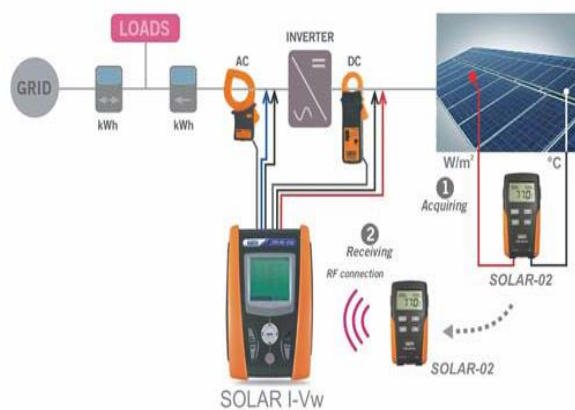


Slika 4 - Prikaz globalnog zračenja na teritoriji Novog Sada

6. MERENJE I TESTIRANJE PARAMETARA TANKOSLOJNIH FN PANELA

Električne karakteristike tankoslojnih FN modula najbolje su opisane njegovom izlaznom karakteristikom koja se naziva U-I karakteristika i na kojoj se mogu izdvojiti tri karakteristične tačke koje predstavljaju osnovne parametre tankoslojnih FN modula: struja kratkog spoja I_{ks} , napon praznog hoda U_{ph} i tačka maksimalne snage P_m . U radu je za testiranje i merenje električnih karakteristika korišćen je tankoslojni solarni panel tipa CIS, nemačkog proizvođača Würth Solar snage 80W [4]. Merenje je vršeno pomoću profesionalnog mernog instrument oznake HT Solar I-V. Izgled instrumenta i šema povezivanja prikazana je na slici 2. Instrument meri jednosmerni i naizmenični napon, struju i snagu, kao i temperaturu vazduha i FN panela i solarno zračenje [5].

Prilikom merenja električnih karakteristika tankoslojnih FN panela korišćen je CIS solarni panel nemačkog proizvođača Würth Solar, tipa GeneCIS snage 80W. Ovakva tri tankoslojna CIS solarna panela povezana u paralelu su postavljeni na ravnom krovu Fakulteta tehničkih nauka - FTN u Novom Sadu (slika 3). Ukupna snaga ovakvog sistema je 240W.



Slika 2 - Način povezivanja HT Solar I-V.



Slika 3 - CIS FN paneli na krovu zgrade FTN

Intenzitet sunčevog zračenja tokom izvođenja merenja bila je 908 W/m^2 , dok je vrednost temperature tankoslojnog panela iznosila $49,2^\circ\text{C}$. Da su merenja sa instrumentom HT Solar I-V u skladu sa standardom IEC/EN60891, intenzitet sunčevog zračenja mora biti iznad 700 W/m^2 . Za pomenute uslove rada dobijeni su sledeći karakteristični podaci za tankoslojni FN panel tipa CIS 240W: $I_{ks}=6,88\text{A}$, $U_{ph}=41,2\text{V}$, $P_{max}=188,23\text{W}$, $U_{mp}=31,85\text{V}$, $I_{mp}=5,91\text{A}$.

Tabela 6: Poređenje izmerenih i nominalnih kataloških vrednosti tankoslojnog CIS FN panela - pri intenzitetu zračenja od 908W/m^2 i temperaturi panela od $49,2^\circ$

	Izmerene vrednosti	Nominalne vrednosti	Razlika vrednosti [%]
Iks (A)	6,88	7,5	-8,27
Uph (V)	41,2	44	-6,36
Pmax (W)	188,23	240	-21,57
Ump (V)	31,85	35	-9
Imp (A)	5,91	6,87	-13,97

U tabeli 6 prikazano je poređenje izmerenih rezultata tankoslojnog CIS FN panela sa nominalnim vrednostima. Međutim, u uslovima pri kojim je urađeno merenje intenzitet sunčevog zračenja iznosio je 908W/m^2 a temperatura tankoslojnog CIS FN panela je bila $49,2^\circ$. Nominalni kataloški podaci se rade za solarni panel koji je nov i pri vrednosti intenziteta sunčevog zračenja od 1000W/m^2 , i temperaturu solarnog panela od 25° (standardni uslovi testiranja - STC). Preračun izmerenih vrednosti na nivo zračenja od 1000W/m^2 i temperature solarnog panela od 25° prikazani su u tabeli 7.

Tabela 7: Poređenje izmerenih i nominalnih kataloških vrednosti tankoslojnog CIS FN panela - pri intenzitetu zračenja od 1000W/m^2 i temperaturi panela od 25°

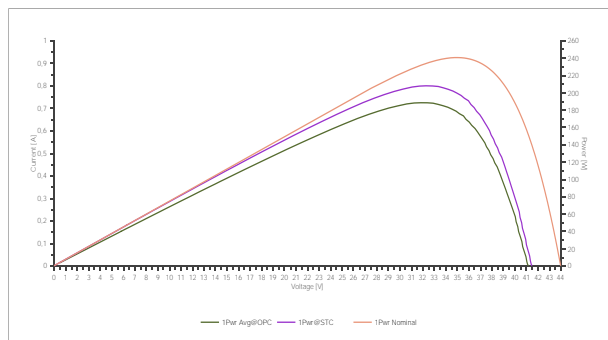
	Izmerene vrednosti	Nominalne vrednosti	Razlika vrednosti [%]
Iks (A)	7,43	7,5	-0,93
Uph (V)	41,51	44	-5,66
Pmax (W)	207,59	240	-13,5
Ump (V)	32,3	35	-7,71
Imp (A)	6,43	6,87	-6,4

Rezultati merenja pokazuju da su odstupanja izmerenih karakteristike tankoslojnog CIS FN panela od kataloških vrednosti koje je dao proizvođač veća od dozvoljenih. Ukupno odstupanje koje je dobijeno merenjem je $-13,5\%$. Poređenjem izmerenih karakteristika sa onim što je dao proizvođač može se zaključiti da FN panel ne radi u potpunosti u skladu sa priloženim kataloškim podacima od strane proizvođača.

Na ovakve rezultate merenja uticaj ima više faktora. Jedan od spoljnih faktora koji utiču na odstupanje izmerenih karakteristika od kataloških jeste prljavština na površini panela. Usled duže izloženosti spoljašnjim uticajima na panelu dolazi do nakupljanja prljavštine usled spoljašnjih uticaja.

Takođe, na rezultate merenja utice i takozvani efekat starenja panela, tj opadanje snage panela tokom godina eksploatacije FN sistema.

Kataloški podaci se daju za solarni panel koji je nov dok vremenom njegove eksploatacije dolazi do starenja panela, opadanja efikasnosti, odnosno opadanja njegove snage. Na slici 4 prikazana je zavisnost izlazne snage od napona CIS FN panela (P-V karakteristika).



Slika 4 - U-P karakteristika CIS solarnog panela

7. ZAKLJUČAK

U radu je dat pregled stanja u oblasti solarne energije, pregled i karakteristike tankoslojnih FN ćelija i solarnih sistema za proizvodnju električne energije. Tankoslojne tehnologije izrade FN solarnih panela omogućuju velike uštede u materijalu ali je postignuta efikasnost tankoslojnih ćelija još uvek mala u poređenju sa ćelijama od kristalnog silicijuma.

Uprkos tome očekuje se veliki razvitak ovih panela. Svakodnevna istraživanja posvećena su novim materijalima. Očekuje se da će se sa njima povećati efikasnost postojećih tehnologija ali i da će realizovati novi koncepti tankoslojnih solarnih ćelija velike efikasnosti.

8. LITERATURA

- [1] L. Fraas, L. Partain (Edited by), „Solar Cells and Their Application“, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA, 2010.
- [2] M. Reking, F. Thies, G. Masson, S. Orlandi, „Global Market Outlook For Solar Power / 2015-2019“, Solar Power Europe, Brussels, 2015.
- [3] M. Green, “Thin-film solar cells, review of materials, technologies and commercial status”, <http://solar.org.au/papers/05papers/R10.pdf>
- [4] GeneCIS solar modul 80WP, Wurth Solar, datablad
- [5] HT Italia, “I-V400-SOLAR I-V”, Faenza, Italy, 2011

Kratka biografija:



Predrag Jandrić rođen je u Sremskoj Mitrovici 1988.god. Srednju tehničku školu STŠ Nikola Tesla završio je u Sremskoj Mitrovici 2007.god. Fakultet tehničkih nauka, studijski program Energetika, elektronika i telekomunikacije upisao je školske 2007/2008. Na studijama se opredelio za smer Elektroenergetika - energetska elektronika i električne mašine i diplomirao 04.06.2012. god. Master rad na istom studijskom programu odbranio je u oktobru 2016. god.



Vladimir Katić je doktorsku disertaciju odbranio na Univerzitetu u Beogradu 1991. Redovan profesor FTN-a u Novom Sadu je od 2002. god. za oblast Energetska elektronika, mašine i pogoni i obnovljivi izvori električne energije. Prodekan je FTN-a i šef katedre za Energetsku elektroniku i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska elektronika, kvalitet električne energije i obnovljivi izvori električne energije.

PRIMENA SOLARNIH FN SISTEMA U SUBOTICI**APPLICATION OF SOLAR PV SYSTEMS IN SUBOTICA**Gabriela Papajčik, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen solarni potencijal grada Subotice i procena mogućih instaliranih fotonaponskih (FN) sistema na krovovima grada na osnovu površine pogodnih krovova. U određivanju solarnog potencijala grada i za procenu moguće proizvedene električne energije se koristi baza podataka i web aplikacija PVGIS. Predstavljena je procena mogućih instaliranih FN sistema na pogodnim krovovima grada na osnovu mogućnosti priključenja na distributivni sistem. Data je tehnno-ekonomska analiza i procena isplativosti FN sistema od 5 kWp koji bi se instalirao na krovove porodičnih kuća i sistema od 100 kWp koji bi se instalirao na krovove javnih i privrednih objekata. Na kraju je određeno učešća proizvedene električne energije iz ovih fotonaponskih sistema u postojećoj potrošnji grada Subotice.

Ključne reči: *Obnovljivi izvori energije, solarna energija, fotonaponski sistemi*

Abstract – In this paper the solar potential of the city Subotica is studied and an estimation of potentially installed power of the roof-top PV systems is given based on the surface area of the suitable rooftops. This evaluation is made by using PVGIS online database and web application. An evaluation of the power of potentially installed PV systems is given based on the available grid connections. The payback period and the cost effectiveness of a 5 kWp system which would be installed on a residential house and of a 100 kWp system which would be installed on public and commercial facilities are analyzed. At the end, possible participation of the PV generated energy in the existing energy consumption of the city Subotica is determined.

Key words: *Renewable energy sources, solar energy, photovoltaic systems*

1. UVOD

U proteklih nekoliko godina postalo je jasno da sadašnje tehnologije proizvodnje električne energije zahtevaju nova rešenja. Resursi koje koristimo su ograničeni i suočavamo se sa posledicama nestajanja klasičnih, fosilnih goriva.

Obnovljivi izvori energije (OIE) pružaju rešenje s kojim se može osigurati održivo snabdevanje energije bez negativnih uticaja po okolinu [1]. Obuhvataju biomasu, solarnu energiju, energiju vetra i vode, geotermalnu energiju, energiju talasa, morskih struja i dr.

NAPOMENA:

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

Posebnu ulogu među obnovljivim izvorima ima solarna energija, koja omogućava dobijanje električne i toplotne energije bez emisije štetnih gasova.

Fotonaponska (FN) tehnologija (engl. *Photovoltaics, PV*) zasniva na efektu foto ćelije, koja podvrgnuta sunčevoj svetlosti generiše električnu energiju na svojim priključcima. Solarna ili foto ćelija je u osnovi p-n spoj, odnosno FN dioda, pa je zasnovana na poluprovodničkim materijalima. Postoje različiti tipovi FN ćelije: monokristalne silicijumske, polikristalne silicijumske, amorfne silicijumske, kadmijum telurid (CdTe), bakar indijum galijum selenid (CIGS), itd. Najvažniji parametri fotonaponskih ćelija su:

- struja kratkog spoja, I_{KS} ,
- napon praznog hoda, U_{PH} ,
- maksimalna snaga, P_{max} ,
- faktor ispune, FF, i
- efikasnost, η_{max} .

FN modul je skup povezanih individualnih FN ćelija, koje su zatvorene u vodootporno kućište. U cilju postizanja željenog napona i struje, moduli su redno i paralelno vezani i tako čine FN panele, koji su komercionalno nabavljive komponente određenih standardnih karakteristika. Za generisanje energije i interkonekciju sa elektro-energetskim sistemom paneli se zajedno sa akumulatorom, invertorom i kontrolerom punjenja i ostalim komponentama električne instalacije povezuju u FN sistem i čine FN elektranu. FN sistemi se mogu podeliti u dve grupe u zavisnosti da li su povezani ili ne na elektrodistributivni sistem (DS). Sistemi koji nisu povezani na DS se nazivaju samostalnim (engl. *off-grid*) sistemima, dok sistemi koji su vezani na DS se nazivaju mrežnim (engl. *on-grid* ili *in-grid*) sistemima.

Cilj ovog rada je da napravi procenu mogućeg korišćenja solarne energije u Subotici kroz montažu krovnih FN elektrana, kao i energetske i ekonomske efekte ovakve investicije.

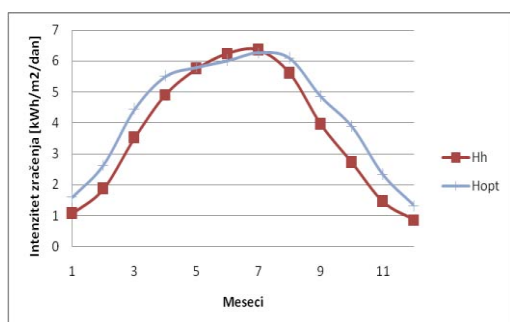
2. SOLARNI POTENCIJAL SUBOTICE

Podaci o jačini Sunčevog zračenja u Subotici iz baze podataka PVGIS CM-SAF prikazani su u Tabeli 1, gde su: H_h prosečna jačina Sunčevog zračenja na horizontalnu površinu [kWh/m²/dan], a H_{opt} prosečna jačina Sunčevog zračenja na površini pod optimalnim nagibom na horizontalnu ravan [kWh/m²/dan]. Optimalni ugao nagiba FN panela u Subotici je 35°. Razlika između H_{opt} i H_h je uočljiva, odnosno H_{opt} (pod optimalnim uglom) tokom cele godine ima veću vrednost od H_h (na ravnu površinu) osim tokom letnjeg perioda. Razlog tome je veliki azimut Sunca, pa (optimalni) nagibni ugao ima obrnuto delovanje, nego tokom proleća/jeseni i zime. Međutim, na godišnjem nivou H_{opt} daje mnogo bolji rezultat. Na slici 1

su prikazana promena intenziteta Sunčevog zračenja tokom jedne godine na horizontalnoj površini i na površini sa optimalnim nagibom 35°.

Tabela 1. Podaci o intenzitetu zračenja [kWh/m²/dan]

Mesec	H _h [kWh/m ² /dan]	H _{opt} [kWh/m ² /dan]
I	1,06	1,6
II	1,86	2,63
III	3,51	4,44
IV	4,91	5,5
V	5,75	5,8
VI	6,25	6,01
VII	6,36	6,27
VIII	5,6	6,09
IX	3,95	4,85
X	2,71	3,88
XI	1,45	2,32
XII	0,863	1,32
Srednje	3,7	4,23



Slika 1 - Godišnja promena intenziteta Sunčevog zračenja

3. PROCENA POVRŠINE POGODNIH KROVOVA

Procena površine krovova grada izvršena je na osnovu procene satelitskih snimaka grada Subotice i izlaska na teren. Orijentacija kuća i veličina krovova, odnosno ostali uslovi po celom gradu su veoma slični. Zbog toga je procena raspoložive površine krovova izvršena na osnovu stanja u tri mesne zajednice. Dobijeni rezultati iskorišćeni su za estimaciju površine za ceo grad. Procena je data za mesne zajednice Ker, Mali Radanovac i Novo Selo.

Od ukupnog broja kuća u ove tri mesne zajednice 2% su nepogodne, jer su okrenute prema istoku ili zapadu, dok su 3,4 %, čiji su krovovi su okrenuti prema jugu i 94,6 %, koje su okrenute prema jugoistoku ili jugozapadu (JI i JZ), veoma pogodne.

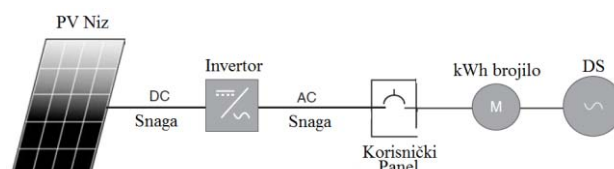
Na osnovu površine upisanih objekata u katastar nepokretnosti u naselju Subotica, koja je 17.990.000 m² moguće je odrediti kolika je ukupna površina krovova na koje je moguće postaviti FN sisteme. Odnos površine krovova porodičnih kuća i ostalih objekata u gradu utvrđen je procenom na 3:1. Pogodne površine krovova u [m²] po orijentaciji i tipu objekta su prikazane u Tabeli 2.

Tabela 2. Pogodne površine krovova po orijentaciji i tipu objekta u [m²]

Tip objekta\ Orije n t a c i j a k r o v o v a	Kuće [m ²]	Ostali objekti [m ²]
Jug	197.833,79	65.944,59
JI i JZ	5.504.434,04	1.834.811,34
Ukupno	5.702.267,83	1.900.755,93

4. PROCENA MOGUĆE INSTALIRANE SNAGE FN SISTEMA

Kako krovovi porodičnih kuća i javnih i privrednih objekata nisu iste veličine, na njih se mogu postavljati sistemi različitih vršnih snaga. Radi racionalizacije projektovanja i izvođenja, predložena je tipizacija FN sistema. Procenjeno je da je na krovove porodičnih kuća moguće instalirati sisteme od 5 kWp, dok je na krovove ostalih objekata moguće instalirati sisteme od 100 kWp. S obzirom na postojanje razgranate javne distributivne mreže, kao i eventualnu pogodnost dobijanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije (*feed-in* tarifa) od mogućih krovnih FN sistema odabran je mrežni sistem. Blok šema ovog sistema data je na slici 2. Vidi se da se sastoji od FN panela, DC instalacije, DC/AC pretvarača (Invertora) upravljano g MPPT algoritmom, AC instalacije, mrežnog prekidača, kWh brojila i priključka na distributivnu mrežu.



Slika 2 - Blok šema mrežnog (On-grid) sistema [1,2].

Za ključne komponente ovakvog FN sistema, izabrani su FN paneli Yingli Panda YL275C-30b vršne snage od 275 Wp, koji pokrivaju 1,62 m² krova. Na osnovu ovih podataka izvršena je procena ukupne moguće instalisane snage FN sistema koji bi bilo moguće postaviti na pogodne površine krovova iz Tabele 2. Te vrednosti su zbog lakšeg pregleda prikazane u Tabeli 3.

Tabela 3. Moguća vrednost snage FN sistema u [MWp]

Tip objekta\ Orije n t a c i j a k r o v o v a	Kuće P [MWp]	Ostali objekti P [MWp]
Jug	33,5	11,16
JI i JZ	932,09	310,7
Ukupno	965,59	321,86

Ukupna instalirana snaga sistema po ovoj proceni je 1.287,45 MWp. Nakon detaljnog analiziranja proizvodnje električne energije FN sistema različitih orijentacija i snaga korišćenjem softvera PVGIS [3], dobijeno je da bi celokupni sistem FN elektrana na godišnjem nivou davao oko 1.425.100 MWh električne energije. S obzirom na godišnju potrošnju grada Subotice (217.750,9 MWh u 2015. god.), to bi značilo da bi se potpunim iskorišćavanjem solarne energije moglo postići napajanje cele ED Subotica. Naravno u realnosti to nije izvodljivo i zbog toga se vrši orijentaciona analiza maksimalne moguće snage elektrana koja se može priključiti na DS.

5. PROCENA MOGUĆE SNAGE PRIKLJUČENJA NA DS

Ukoliko bi sve FN sisteme planirali za priključenje na DS, postoji problem, jer je ova vrednost snage FN sistema jednostavno prevelika za realizaciju priključenja. Prilikom priključivanja na distirbutivni sistem, mala elektrana mora da zadovoljava odgovarajuće kriterijume, i to su [4]:

1. kriterijum maksimalno dozvoljene snage generatora u elektrani,
2. kriterijum dozvoljenih vrednosti napona u stacionarnom režimu,
3. kriterijum trajno dozvoljenih vrednosti struja elemenata DS,
4. kriterijum snage kratkog spoja,
5. kriterijum flikera, i
6. kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika i interharmonika.

Ukoliko je reč o priključenju više elektrana u više tački istog izvoda transformatorske stanice (TS), provera ovih kriterijuma postaje komplikovanija zbog uticaja svake elektrane na svako drugo priključno mesto na istom izvodu TS. Kriterijumi se moraju proveravati u svakoj tački priključenja. Planirane pojedinačne snage PV sistema su 5 kWp i 100 kWp čije priključenje se vrši na niskonaponsku (NN) mrežu, na izvode transformatorskih stanica 20/0,4 kV/kV.

Za određivanje ukupno moguće snage priključenja na DS pravi se proračun ukupno moguće snage priključenja za izabrane TS. TS su izabrane prema tipu i snazi, i fizički se nalaze na različitim delovima grada. Tri najčešće snage TS 20/0,4 kV/kV su 250 kVA, 400 kVA i 630 kVA. Proračun se radi za 10 komada TS. Na osnovu broja trafo stanica, nalazimo fizičko mesto TS i NN mrežu upoređujemo sa satelitskim snimkom Subotice. Prema tome je moguće odrediti koliko PV sistema se može priključiti u kojoj tački. Nakon proračuna ovih kriterijuma dolazimo do zaključka da oni limitiraju broj mogućih priključenih FN elektrana. Najviše elektrana možemo priključiti na izvodima ako elektrane priključujemo što bliže 0,4 kV sabirnicama u TS. Iz rezultata dobijemo procenat moguće snage priključenja elektrane od ukupne snage transformatora posebno za TS 250 kVA, 400 kVA i 630 kVA. Za TS većih snaga procenat se određuje aproksimacijom. U Tabeli 4 su prikazani podaci o snagama TS, o broju TS u gradu, o procentu snage priključenja elektrane od ukupne snage TS i o mogućoj snazi priključenja solarnih FN elektrana.

Tabela 4. Broj TS po snagama transformatora

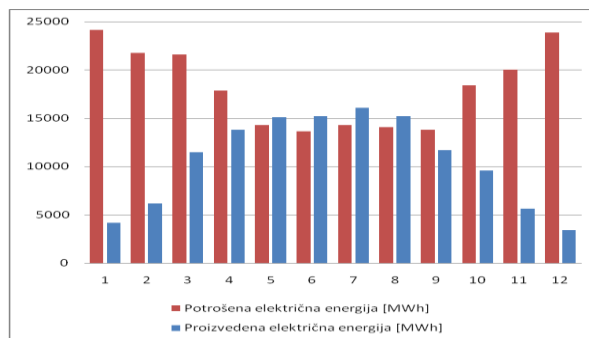
Snaga TS 20/0,4 kV/kV [kVA]	Ukupan broj TS	Procenat snage za priključenje od snage TS [%]	Moguća snaga priključenja solarnih FN elektrana [kVA]
50	2	80	80
100	3	80	240
160	15	80	1920
250	118	80	23.600
400	116	71,8	33.315
630	139	53,7	47.025
1.000	18	10	1.800
Mešano	41	10	7.774
Ukupno	452		115.754

Iz Tabele 4. se vidi da je realna snaga FN elektrana, koja se može priključiti na DS u Subotica 115,75 MVA, što je tek 9 % od ukupne moguće instalirane snage na osnovu površine pogodnih krovova. Sada se, korišćenjem softvera

PVGis, može izračunati da bi proizvodnja ovih FN sistema bila oko 127.570 MWh godišnje.

6. UČEŠĆE FN SISTEMA U POTROŠNJI

Ukupna potrošnja električne energije grada Subotice u toku 2015. godine je bila 217.750,9 MWh. Na slici 3 je prikazana procena proizvodnje električne energije ukupnog sistema od 115,75 MWp sa pretpostavkom da su svi sistemi okrenuti prema jugoistoku ili jugozapadu (samo 3,5 % od ukupnih sistema je usmeren prema jugu) na mesečnom nivou sa plavom bojom. Potrošnja na mesečnom nivou je obeležena sa crvenom bojom.



Slika 3 - Odnos potrošene i proizvedene električne energije

Učešće proizvedene električne energije iz FN sistema u potrošnji grada Subotice određeno je na osnovu upoređenja proizvedene i potrošene energije (sistemom od 115,75 MWp) i dato je na mesečnom nivou u Tabeli 5.

Tabela 5. Prikaz učešća fotonaponskih sistema

Mesec	Učešće [%]
I	17,18
II	28,45
III	53,22
IV	77,29
V	105,58
VI	111,62
VII	112,78
VIII	107,91
IX	84,87
X	52,14
XI	28,04
XII	14,34
Ukupno	58,59

Iz ovih rezultata se vidi da dok u zimskim mesecima celokupan PV sistem pokriva ispod 30% potrošnje, u letnjim mesecima će proizvesti i viška električne energije. Godišnja proizvodnja električne energije celokupnog FN sistema iznosi 127.580 MWh, pa bi solarna energija na godišnjem nivou mogla pokriti čak 58,6% snabdevanja grada električnom energijom.

7. TROŠKOVI I ISPLATIVOST PV SISTEMA

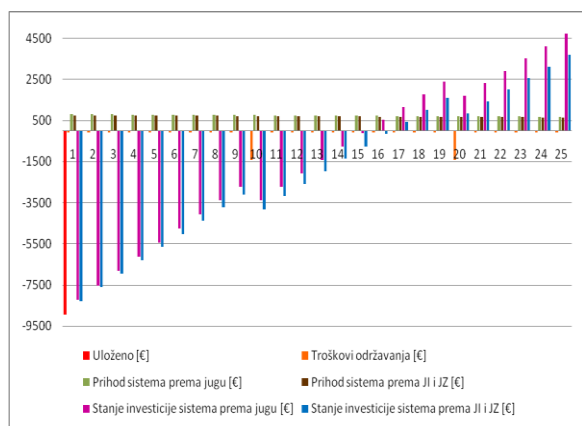
U proceni troškova isplativosti izgradnje celokupnog gore predloženog FN sistema polazi se od cene investicije u sam sistem, koji obuhvataju cene pripremnih radova, panela, noseće konstrukcije, invertora, DC instalacija, AC instalacija, komunikacione opreme, opremanje komandno – nadzornog centra, te ostalih troškova pre početka rada i

to za dozvole, montažu, projektnu dokumentaciju, taksi za priključenje, puštanje u rad i sl., kao i troškova u toku rada sistema, koji se prvenstveno odnose na troškove redovnog održavanja i zamene komponenti sistema u toku eksploatacije (invertor).

Za sistem od 5 kWp potrebno je 18 komada FN panela izabranog modela (Yingli Panda YL275C-30b čija cena je trenutno 198 €), i tako dobijeni sistem je ukupne vršne snage od 4,95 kWp. Celokupni FN sistem na krovu zauzima 29,23 m², a njegova ukupna cena bez uračunatog PDV-a je 8.950 €.

Podsticajna otkupna cena, odnosno "feed in" tarifa iznosi 14,60 - 80*P = 14,2 [c€/kWh] za sistem ove snage [5]. Uzimajući u obzir godišnji pad efikasnosti modula navedeno od strane proizvođača, godišnju cenu održavanja i cenu zamene isluženih invertora (svakih 10 god.) dobija se tok povratka troškova, koji je prikazan na slici 4 za sisteme koji su okrenuti prema jugu (J) i za sisteme koji su okrenuti prema jugozapadu (JZ) ili jugoistoku (JI).

Vidi se da se ukupan povrat investicije može očekivati za oko 16 godina, a da iza toga FN sistemi donose prihod, koji bi u eksploatacionom životu iznosio oko 4.717 € za sisteme okrenute prema jugu, odnosno oko 3.865 € za sisteme prema JZ i JI.



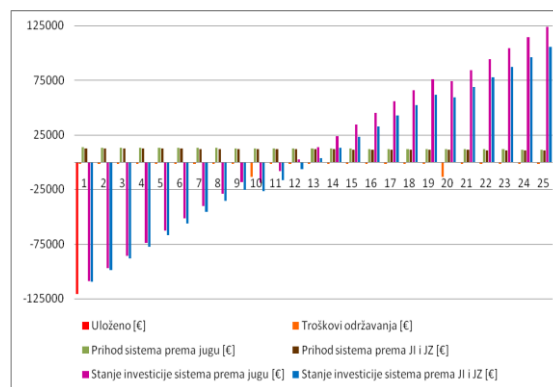
Slika 4 - Povratak troškova 5 kWp sistema po godinama

Za sistem od 100 kWp nam je potrebno 364 komada FN panela izabranog modela, pa je tako dobijeni sistem ukupne vršne snage od 100,1 kWp.

Celokupni sistem na krovu zauzima 591,14 m² i njegova ukupna cena bez uračunatog PDV-a je 120.668,9 €. Podsticajna otkupna cena, odnosno "feed in" tarifa za sistem ove snage iznosi [5]: 12,404 - 6,809*P = 11,72 [c€/kWh].

Uz iste uslove, kao za sistem od 5 kWp, na slici 5 prikazan je tok povratka troškova za sisteme koji su okrenuti prema jugu i one koji su okrenuti prema JZ i JI. Vidi se da se ukupan povrat investicije može očekivati za oko 12 godina, a da iza toga FN sistemi donose prihod, koji bi u eksploatacionom životu iznosio oko 123.877 € za sisteme okrenute prema jugu, odnosno oko 105.286 € za sisteme prema JZ i JI.

Upoređujući 100 kWp sistem sa 5 kWp sistemom može se zaključiti da je finansijski mnogo isplativiji ulagati u 100 kWp sistem, jer brže vraća uložene inicijalne troškove i samim tim na kraju 25. godine donosi i veću zaradu.



Slika 5 – Godišnji povrat troškova 100 kWp sistema.

8. ZAKLJUČAK

Glavni cilj rada je davanje procene o solarnom potencijalu Subotice i određivanje ukupne moguće instalirane snage FN sistema prema površini pogodnih krovova i prema mogućnosti priključenja na DS. Izračunato je da je moguće instalirati ukupno 115,75 MWp tipiziranih solarnih krovnih FN elektrana pojedinačne snage 5 kWp za domaćinstva i 100 kWp za veće objekte. Pokazano je da grad Subotica ima potencijal da pokrije 58,6% svoje godišnje potrošnje korišćenjem solarne energije. Ta vrednost ukazuje na činjenicu da je opravdano korišćenje solarne energije, a ovakva investicija bi se isplatila u periodu između 13 i 16 god., ako bi ove elektrane imale status povlašćenih proizvođača.

9. LITERATURA

- [1] K. Mertens, "Photovoltaics: fundamentals, technology and practice", John Wiley & Sons, 2014.
- [2] A. Luque, S. Hegedus "Handbook of Photovoltaic Science and Engineering" 2nd Ed., J. Wiley & S. 2011
- [3] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- [4] Pravila o Radu Distributivnog sistema, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, 2016.
- [5] Uredba o podsticajnim merama za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i iz visokoefikasne kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije, "Sl. glasnik RS", br. 56/2016.

Kratka biografija



Papajčik Gabriela rođena je u Vrbasu 1988. god. Srednju Tehničku školu završila je u Subotici, 2007 god. Na Fakultetu tehničkih nauka, diplomirala je 2014. god. na studijskom programu Energetika, elektronika i telekomunikacije, smer Elektro-energetika - Energetska elektronika i električne mašine. Na istom fakultetu, upisala je i master studije na istom studijskom programu i smeru, a master rad odbranila je u oktobru 2016. god.



Vladimir Katić je doktorsku disertaciju odbranio na Univerzitetu u Beogradu 1991. god. Redovan profesor Univerziteta u Novom Sadu je od 2002. god. za oblast Energetska elektronika, mašine i pogoni i OIE. Prodekan je FTN-a i šef Katedre za energetsku elektroniku i pretvarače. Oblasni interesovanja su energetska elektronika, kvalitet električne energije i obnovljivi izvori električne energije.

**NAPREDNE FUNKCIJE PAMETNIH KONTROLERA DISTRIBUTIVNIH GENERATORA
ADVANCED FUNCTIONS OF DISTRIBUTION GENERATORS SMART CONTROLLERS**Ljiljana Govedarica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Glavni zadatak rada jeste opis naprednih, kontrolnih funkcija i mogućnosti pametnih kontrolera koje se koriste za integraciju obnovljivih izvora energije u distributivnu mrežu. Osim toga, predstavljena su moguća rešenja da bi se omogućila adekvatna osjetljivost releja u slučaju da se konfiguracija izvoda koji se štiti pomoću tog releja promjeni.

Abstract – The main goal of this paper is to describe the advanced control functions of smart controllers which are used to provide integration of renewable energy sources in distribution network. Besides that, possible methods for providing appropriate relay's sensitivity in case with changed configuration of feeder protected by that relay are described.

Ključne reči: Pametni kontroleri, obnovljivi izvori, distributivne mreže, relej.

1. UVOD

Poslednjih godina došlo je do velikog napretka u razvoju tehnologija koje podrazumjevaju korišćenje obnovljivih izvora i skladišta energije. Iz ovog razloga, potrebno je iskoristiti napredne, kontrolne sposobnosti pametnih kontrolera, preko kojih se obnovljivi izvori priključuju na mrežu, u cilju povećavanja sigurnosti, performansi i cjelokupnog kvaliteta usluga u distributivnoj mreži nakon priključenja obnovljivih izvora energije u nju [1].

Cilj rada predstavlja teorijski opis naprednih funkcija pametnih kontrolera, opis praktičnog primjera za „Soft-start“ i „Low voltage ride-through“ funkcije, kao i adekvatnog rješenja problema osjetljivosti releja nakon što se konfiguracija izvoda šticećenog sa njim promjeni.

U drugom poglavlju rada dat je uticaj koji priključenje obnovljivih izvora energije ima na mrežu, kao i opis kontrolera za regulaciju aktivne i reaktivne snage distribuiranih generatora. Treće poglavlje posvećeno je teorijskom opisu različitih naprednih funkcija pametnih kontrolera. U četvrtom poglavlju obrađeni su sistemi za skladištenje energije, kao i osnovne funkcije kontrolera vezane za njih. U petom poglavlju izložen je praktični deo ovog rada. Dati su primjeri za Soft-start“ i „Low voltage ride-through“ funkcije kontrolera, kao i rješenje problema podešavanjem relejne zaštite u slučaju da se iz nekog razloga konfiguracija izvoda koji se štiti njom promjeni.

Na kraju su dati Zaključak i pregled korišćene literature.

NAPOMENA:

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

2. UTICAJ DISTRIBUIRANIH IZVORA I OPIS KONTROLERA FARME DISTRIBUIRANIH GENERATORA

Tradicionalna distributivna mreža je pasivnog karaktera, radijalne konfiguracije i u njoj se potrošači napajaju sa jedne strane. Priključenjem obnovljivih izvora energije ona će postati aktivna sa mogućim dvosmjernim tokovima snage. Statička i dinamička karakteristika pojedinačnog izvora obnovljive energije kao i njihovo priključenje na mrežu ima direktan uticaj na pouzdanost akcija u mreži i kvalitet napajanja potrošača.

Kontroler farme generatora je ključna komponenta dizajnirana da reguliše aktivnu i reaktivnu snagu iz distribuiranog postrojenja, tako da se ponaša kao jedan veliki generator [2].

3. FUNKCIJE PAMETNIH KONTROLERA

Funkcije pametnih kontrolera variraju od jednostavnih do veoma složenih. Većina njih je bazirana na postavkama ili krivim koje kontrolerima omogućavaju da samostalno odgovore na lokalne uslove, dok neke zahtijevaju i kontrolne komande.

U posljednje vrijeme pametni kontroleri su postali „srce sistema“ zbog činjenice da predstavljaju vezu između DC i AC djelova gotovo svake solarne instalacije [3].

3.1 Funkcija za priključivanje/isključivanje sa mreže

Funkcija za priključivanje/isključivanje sa mreže omogućava fizičko povezivanje generatora sa kontrolerom preko rastavljača u tački konekcije na mrežu. Mrežni operateri imaju mogućnost sledećih akcija:

1. slanje zahtjeva za dobijanje informacija o statusu kontrolera,
2. slanje komande za priključivanje ili isključivanje generatora sa kontrolerom na mrežu,
3. dobijanje odgovora o statusu akcije[3].

3.2 Funkcija za podešavanje maksimalnog nivoa proizvodnje

Ova funkcija omogućava podešavanje maksimalnog nivoa proizvodnje u tački konekcije. Ovo podešavanje se postiže ograničavanjem izlazne snage obnovljivih izvora ili korišćenjem viška njihove proizvedene snage za punjenje električnih skladišta energije.

Osnovna namjena ove funkcije jeste da se vlasniku sistema obnovljivih izvora kao i operatoru mreže obezbjedi efikasno upravljanje količinom aktivne snage koja će biti isporučena u mrežu.

3.3 Funkcija za podešavanje faktora snage

Ukupan kvalitet snage može biti povećan upravljanjem reaktivnom snagom. Odnos između aktivne i reaktivne snage je opisan faktorom snage koji može uzimati vrijednosti između 0 i 1. U korisničkom uputstvu kontrolera postoji parametar koji definiše maksimalni podesivi opseg faktora snage. Upotreba kontrolera u ovom slučaju je da održava unaprijed specificirani faktor snage [2].

3.4 Funkcija „Fault ride-through“

Suprotno onom što ime funkcije sugerije, ona ne dozvoljava kontroleru da ostane u upotrebi tokom kvara, već sprječava njegovo isključivanje u slučaju malih devijacija u mreži koji se mogu pogrešno interpretirati kao kvarovi. Postoje četiri različite verzije ove funkcije:

1. u slučaju niskog napona,
2. u slučaju niske frekvencije,
3. u slučaju visokog napona,
4. u slučaju visoke frekvencije [5].

Ova funkcija se ostvaruje na osnovu višestruko definisanih intervala za slučajevne devijacije napona i frekvencije na različitim nivoima.

3.5 Funkcija za Volt/Var regulaciju

U Volt/Var režimu kontroler mjenja izlaznu reaktivnu snagu u funkciji od izmjerenog napona u sistemu. On se u suštini ponaša kao lokalni regulator napona. Ako je vrijednost izmjerenog napona ispod operativnog nivoa, kontroler isporučuje reaktivnu snagu u cilju podizanja vrijednosti napona. Postoje tri načina za pozivanje režima:

1. direktni zahtjev kontroleru,
2. prenos svih kontrolera koji pripadaju jednom izvodu, stanici, regiji da koriste poseban Volt/Var niz,
3. raspoređivanje Volt/Var režima na osnovu različitih kriterijuma [3].

4.3 „Soft-start“ funkcija kontrolera

Ova funkcija podrazumjeva priključivanje distribuiranog izvora električne energije na mrežu nakon nekog predefinisanih vremena. Na taj način se može izbjeći problem istovremenog priključivanja velikog broja distribuiranih izvora, to jeste može se obezbjediti njihovo postepeno priključivanje (sa određenom vremenskom zadržkom).

4.4 Funkcija za regulaciju aktivne snage i učestanosti

Koncept ove funkcije podrazumjeva ublažavanje devijacija frekvencije povećavanjem ili smanjivanjem aktivne snage. Ovakav režim odražava činjenicu da je visoka frekvencija najčešće znak da u mreži postoji previše snage i obrnuto. Ekstremna odstupanja od nominalne frekvencije mogu prouzrokovati nestabilnost mreže, naročito ako dovedu do ispada značajnog broja proizvodne opreme. Jedna od metoda za rješavanje ovog problema jeste smanjivanje snage proizvodnje kao odgovor na povećanu frekvenciju u sistemu i obrnuto u slučaju da postoje skladišta energije [2].

4. SKLADIŠTA ENERGIJE

Fundamentalni problem vezan za obnovljivu energiju je njena isprekidanost. Nijedan mrežni operater ne može prihvatiti u svoju mrežu neograničene količine obnovljive energije. Bez obzira na nivelisanje opterećenja i podjelu kapaciteta, osnovni zahtjev da bi se proizvodnja obnovljive energije učinila pouzdanijom i stabilnijom jeste pronalazak rješenja po kom bi se ova energija mogla skladištiti kada nije potrebna (ima je previše u sistemu) i mogla povlačiti iz tih sistema za skladištenje kada je potrebna (nema je dovoljno u sistemu). Različite tehnologije za skladištenje energije imaju različite potencijale i na različitom su nivou razvijenosti. Električna energija može biti skladištena u različitim oblicima energije: mehaničkoj, elektrohemijskoj, termičkoj i elektromagnetskoj [6].

4.1 Funkcija kojom se zahtjeva punjenje/praznjenje skladišta određenom brzinom

Ovom funkcijom se zahtjeva da se skladište puni/prazni određenom brzinom, pri čemu ta brzina predstavlja procenat od maksimalne brzine punjenja/praznjenja skladišta energije. Kontroler punjenja ovu akciju najčešće izvršava u kombinaciji sa očitavanjem nivoa napunjenosti baterije, da bi se na taj način izvukla optimalna dnevna karakteristika punjenja/praznjenja.

U okviru ove funkcije može se obezbjediti informacija vezana za cijenu električne energije bilo da je riječ o stvarnoj cijeni ili nekoj relativnoj indikaciji na osnovu koje pametni kontroler može da ocjeni da li je isplativo da puni/prazni skladište i koliko treba da iznosi stopa punjenja/praznjenja [4].

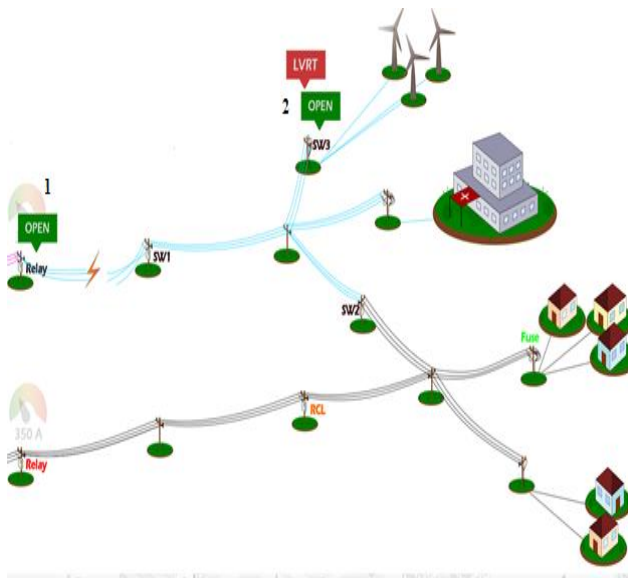
4.2 Funkcija ograničavanja punjenja/praznjenja u zavisnosti od frekvencije

Ako je potreban uopšteniji odgovor za male devijacije frekvencije posebno u slučaju da u sistemima postoje skladišta energije, onda je potrebno koristiti nizove parametara frekvencija – aktivna snaga umjesto individualnih parametara. Suština je da ako se frekvencija u mreži poveća iznad dozvoljene vrijednosti onda izlazna, aktivna snaga koja se dostavlja mreži iz obnovljivih izvora mora da se ograniči. Ako se ona ograniči na nulu, a frekvencija i dalje nastavi da raste, onda aktivna snaga u sistemu će morati da se apsorbira od strane sistema za skladištenje. Slično važi i za obrnutu situaciju kada frekvencija opada, a baterija se puni [4-8].

5. PRIMJERI

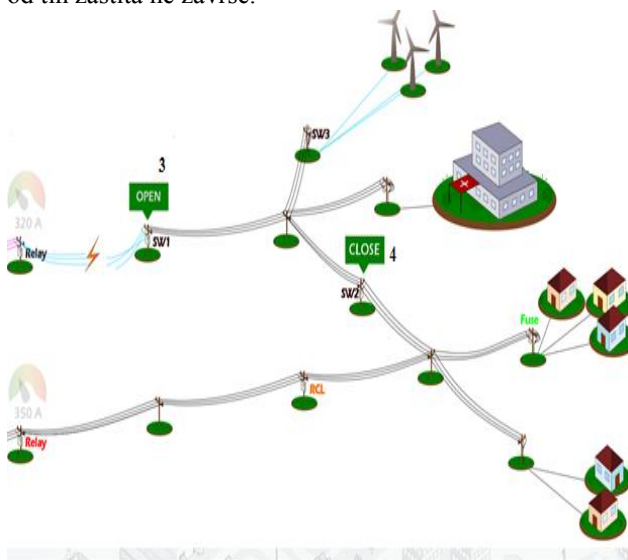
U okviru ovog rada za potrebe demonstracije „Low voltage ride-through“ i „Soft-start“ funkcija kontrolera korišćena je test mreža čija je konfiguracija prikazana na slici 1.

U mreži postoje dvije grupe potrošača: domaćinstva i bolnica, a kao dodatni izvori energije priključeni su vjetrogeneratori. Korišćenjem dva voda obezbjeđeno je rezervno napajanje za bolnicu (zadovoljen je N-1 kriterijum sigurnosti).



Slika 1 – Konfiguracija analizirane test mreže

Neka se posmatra situacija da se desio trajan kvar u mreži na mjestu označenom na slici 2. Prekostrujni relej (oznaka Relay) detektuje previsoku vrijednost struje i šalje signal do prekidača (oznaka 1) da se otvori i na taj način prekine tok struje od napojne transformatorske stanice. Da bi se kvar uspješno izolovao potrebno je prekinuti dotok struje kvara od strane svih aktivnih izvora. U ovom konkretnom slučaju potrebno je otvoriti prekidač kod vjetrogeneratora. Kako je vjetrogenerator priključen na mrežu preko kontrolera kom je setovana „Low voltage ride-through“ karakteristika, on će posle predefinisano gubitka napona poslati signal prekidaču (oznaka 2) za isključenje sa mreže. U slučaju prolaznih kvarova vjetrogeneratori ne bi trebali da se isključe sa mreže, jer se podrazumjeva da je „Low voltage ride-through“ karakteristika setovana u skladu sa ostalom zaštitom na izvodu i da će sačekati dovoljno vremena, dok se akcije od tih zaštita ne završe.



Slika 2 – Izolacija mjesta kvara i vraćanje napajanja bolnici

Nakon što su vjetrogeneratori isključeni sa mreže vrši se izolacija dijela izvoda sa kvarom otvaranjem prekidača (oznaka 3). Otvaranjem ovoga prekidača njegov par

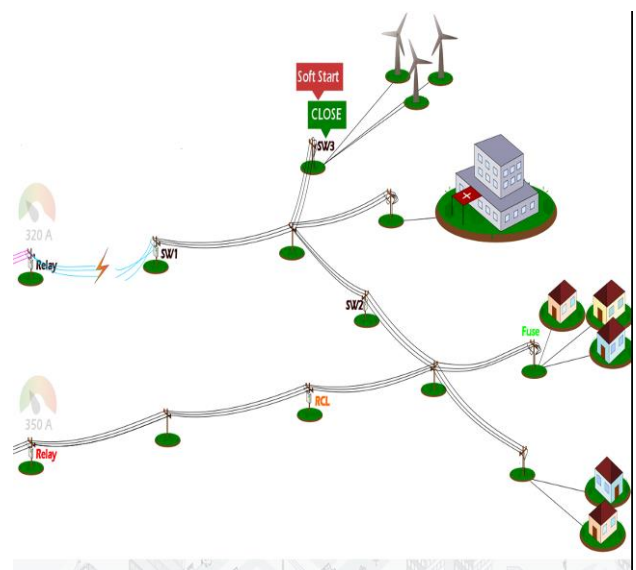
(prekidač sa oznakom 4), sa kojim je povezan odgovarajućom isprogramiranom logikom se automatski zatvara. Ovim je vraćeno napajanje važnom potrošaču – bolnici, koji se sada napaja sa rezervnog voda [5-8].

Nakon restauracije napajanja važnog potrošača struktura donjeg izvoda koji je preuzeo napajanje potrošača se promijenila. Pomenuti izvod se štiti relejem na početku izvoda i reklozerom na sredni izvoda. Promjenom konfiguracije izvoda mijenjaju se uslovi opterećenja i dužina izvoda koji se štiti. Samim tim, vrijednosti struja kratkih spojeva na krajevima zone šticećenja mogu znatno da se promjene. Stoga je potrebno uraditi analizu zaštite s obzirom na vrijednosti struje kratkih spojeva na krajevima zone šticećenja i s obzirom na vrijednosti struja opterećenja svaki put kada se promjeni konfiguracija izvoda. U prvom slučaju se analizira osjetljivost releja na struje kratkih spojeva na krajevima zone šticećenja, a u drugom slučaju nepotrebna osjetljivost releja na struje opterećenja.

Neka je u razmatranom primjeru zaštita adekvatno podešena nakon promjene konfiguracije izvoda, odnosno, prebacivanjem opterećenja nakon restaruracije. To znači, da će zaštita osjetiti kvarove na kraju izvoda i da opterećenje nije veće od trenutnog podešenja releja i neće dovesti do neoptrebnog djelovanja relejem.

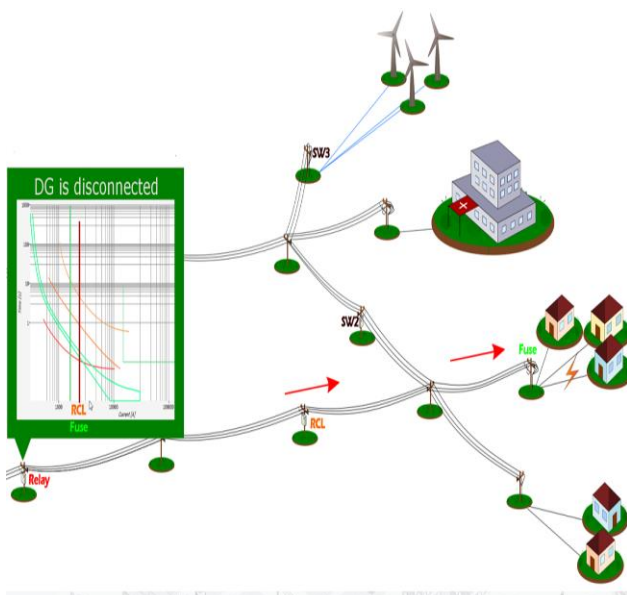
Međutim, posle nekog vremena, u zavisnosti od „Soft-start“ karakteristike kontrolera, vjetrogeneratori će se priključiti na mrežu – slika 3. Priključenjem generatora na mrežu znatno se menja tok struje kvara po izvodu i vrijednost struje ili impedanse koju vidi relej, što može značajno da utiče na rad releja u slučaju kvara.

Struja kvara kroz reklozer za kvar na kraju izvoda može da budu manja od vrednosti struje za isto mesto kvara u slučaju kada vetrogeneratori nisu bili priključeni na mrežu. Na taj način reklozer neće biti dovoljno osjetljiv za kvarove na kraju izvoda, što zahteva promjenu podešenja za novonastale uslove.



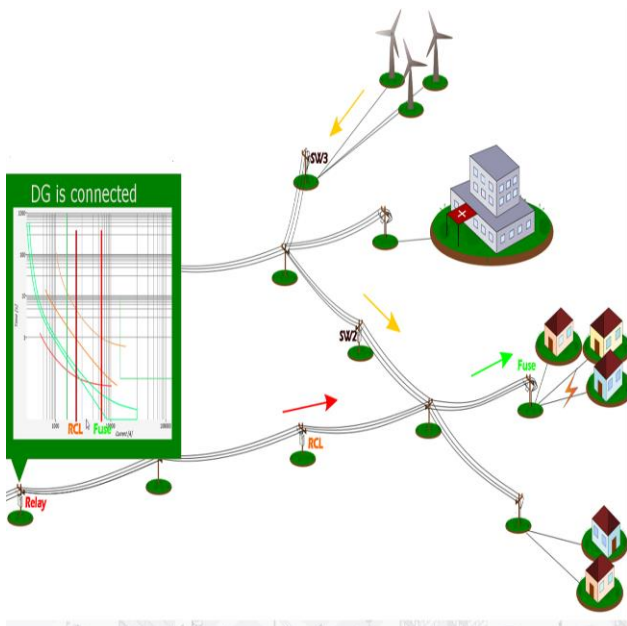
Slika 3 – Povezivanje vjetrogeneratora na mrežu

Na slikama 4 i 5 prikazane su karakteristike riklozera (oznaka RCL) i osigurača (oznaka Fuse) u slučaju kvara na mjestu označenom na slikama i za situacije sa i bez priključenih vjetrogeneratora.



Slika 4 – Karakteristike riklozera i osigurača u slučaju kvara kada na mrežu nisu priključeni vjetrogeneratori

U prvom slučaju struja kroz riklozer i osigurač će biti ista. U drugom slučaju kroz osigurač će proticati veća struja u odnosu na struju riklozera, jer će njena vrijednost biti uvećana zbog priključene proizvodnje vjetrogeneratora, pa će doći do toga da osigurač prvi reaguje (pregori).



Slika 5 – Karakteristike riklozera i osigurača u slučaju kvara kada su na mrežu priključeni vjetrogeneratori

6. ZAKLJUČAK

Kako broj obnovljivih izvora energije koji se priključuju u mrežu raste, raste i potreba za naprednom, pametnom mrežom. Osnovni ciljevi pametne, električne mreže su obezbjeđivanje stabilnog i optimalnog napajanja u promjenjivom sistemu. Najvažniji problemi su:

- 1) Integracija velikog broja obnovljivih izvora energije u distributivnu mrežu,
- 2) dinamička kontrola koja omogućava stabilizaciju mreže i obezbjeđivanje sigurnijeg napajanja,
- 3) obezbjeđivanje efikasnijeg korišćenja električne energije,
- 4) optimizacija troškova u električnoj mreži.

Pametni kontroleri su spremni za potpunu integraciju u električnu mrežu. U ovom trenutku oni predstavljaju daleko najpametnije uređaje u mreži. Postoje tri osnovna dokaza za ovu tvrdnju:

- 1) Napredne funkcije koje posjeduju,
- 2) komunikacija,
- 3) razvijanje u budućnosti.

Ono što se može zaključiti iz praktičnog primjera detaljno opisanog u ovom radu je da promjenom konfiguracije izvoda mijenjaju se uslovi opterećenja i dužina izvoda koji se štiti i potrebno je izvršiti odgovarajuće podešavanje zaštite koja pomenuti izvod štiti, da bi se postigla dovoljna osjetljivost i spriječilo nepotrebno djelovanje releja.

7. LITERATURA

- [1] <http://tdworld.com/site-files/tdworld.com/files/archive/tdworld.com/go-grid-optimization/inegrating-smart.pdf>
- [2] „Grid friendly“ Utility-Scale PV Plants, Mahesh Morjaria& Dmitriy Anichkov, 2013.
- [3] http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-61B6F6DD-9CB793C5/fronius_usa/SE_TEA_SmartInverters2016_1037911_snapshot.pdf
- [4] http://xanthus-consulting.com/Publications/documents/Advanced_Functions_for_DER_Inverters_Modelled_in_IEC_61850-90-7.pdf
- [5] <http://www.nrel.gov/docs/fy15osti/62612.pdf>
- [6] EPRI Technical Report, "Wind Power Integration Technology Assessment and Case Studies", 2004.
- [7] http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-61B6F6DD-9CB793C5/fronius_usa/SE_TEA_SmartInverters2016_1037911_snapshot.pdf
- [8] <http://www.cleaneenergy.org/wp-content/uploads/Energy-Storage-101.pdf>

Kratka biografija:



Ljiljana Govedarica rođena je 1991. godine u Mostaru. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisala je školske 2010/2011, smer energetika, elektronika i telekomunikacije. Na osnovnim studijama diplomirala je 2015. godine, smer elektroenergetski sistemi. Master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranila je 2016. godine.

**PREGLED LABORATORIJSKIH VEŽBI IZ PREDMETA
TELEKOMUNIKACIONI SIGNALI I SISTEMI
OVERVIEW OF LABORATORY EXERCISES FOR
TELECOMMUNICATION SIGNALS AND SYSTEMS COURSE**

Slobodan Jošić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - Ovaj rad daje pregled laboratorijskih vežbi iz predmeta Telekomunikacioni signali i sistemi. Vežbe su implementirane s ciljem da studentima omoguće bolje shvatanje teorijskih principa vezanih za proceduru odabiranja signala, estimaciju spektra, analogne i digitalne modulacije.

Abstract - In this paper laboratory based exercises for the Telecommunication signals and systems course are presented. The exercises are implemented in order to help students to understand better theoretical principles related to the procedure of signal sampling, spectrum estimation, analog and digital modulation.

Ključne reči: odabiranje signala, estimacija spektra, analogne i digitalne modulacije.

1. UVOD

Cilj predmeta Telekomunikacioni signali i sistemi jeste da pruži studentima osnovna znanja iz ove oblasti. Nastava se izvodi u toku jednog semestra, a obuhvata predavanja, auditorne i laboratorijske vežbe. Ovaj predmet se bavi matematičkim modelovanjem i analizom komunikacionih signala i sistema. Kroz ovaj predmet studenti se upoznaju sa odabiranjem, praktičnim aspektima A/D i D/A konverzije. Posebna pažnja je posvećena analizi signala na računaru, odnosno konverziji analognog signala u digitalni, Furijeovoj transformaciji i njenoj implementaciji na računaru. Pored toga analiziraju se i sistemi za modulaciju kako analognih, tako i digitalnih signala kao što su AM, FM, ASK, FSK i PSK. Primarni cilj ovih vežbi je da se studentima kroz jednostavne primere približe određeni teorijski principi koji su izloženi u okviru udžbenika [1] i [2] i zbruke zadataka [3]. Vežbe su organizovane u šest tematskih celina i to:

1. Upoznavanje sa laboratorijskom opremom
2. Odabiranje signala i rekonstrukcija
3. Analiza signala - spektrogram
4. Konvencionalna amplitudska modulacija (KAM)
5. Frekvencijska modulacija i demodulacija
6. Digitalne modulacije: BPSK i QPSK

Vežba posvećena analizi signala je implementirana u okviru programskog paketa MATLAB. Preostale vežbe su realizovane na maketi *EMONA Telecoms-Trainer 101* [4] uz dodatno korišćenje osciloskopa *Tequipment D1010*

NAPOMENA:

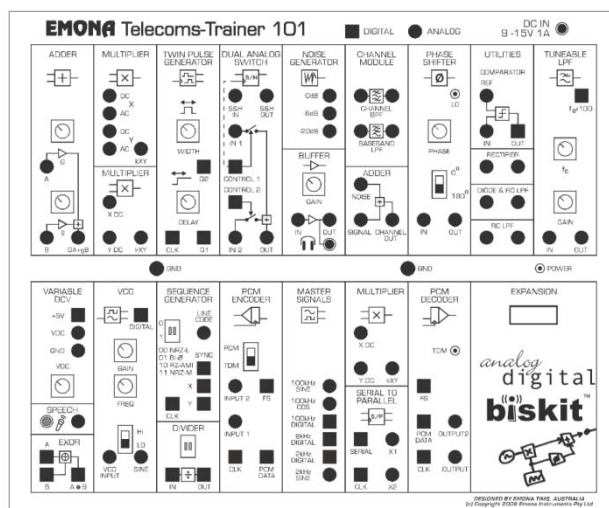
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nikša Jakovljević, docent.

[5]. Glavni deo svake od ovih pet vežbi čine uputstva u vidu slika i blok šema za povezivanje modula na maketi, kako bi se realizovali određeni telekomunikacioni sistemi.

Na početku svake vežbe je definisan njen cilj i date su teorijske osnove za tu vežbu. U okviru svake vežbe postoji određeni broj pitanja na koja studenti treba da odgovore u toku izvođenja same vežbe. Da bi vežbe bile što učinkovitije, od studenata se zahteva poznavanje osnovnih termina koji će biti obrađeni na samim vežbama. Ovo se delimično postiže kroz formu domaćeg zadatka, koji podrazumeva da studenti pre dolaska na vežbu pročitaju teorijske osnove za datu vežbu. Ove pripreme treba da posluže i kao pomoć pri spremanju ispita. Celokupan materijal potreban za izvođenje ovih vežbi dostupan je na sajtu Katedre za telekomunikacije i obradu signala [6] na stranici predmeta. U nastavku rada je u kratkim crtama dat opis svake pojedinačne vežbe.

2. UPOZNAVANJE SA LABORATORIJSKOM OPREMOM

U prvoj vežbi studenti treba da se upoznaju sa načinom korišćenja osciloskopa *Tequipment D1010* i maketom *EMONA Telecoms-Trainer 101*. Sadržaj makete je prikazan na slici 1.



Slika 1 - Maketa *EMONA Telecoms-Trainer 101*

Ova maketa sadrži elementarne blokove (module) čijim se međusobnim povezivanjem, pomoću odgovarajućih kablova, mogu realizovati neki od sistema koji se koriste u telekomunikacijama.

Jedan od osnovnih modula jeste generator signala koji je na maketi označen sa MASTER SIGNALS. Ovaj modul

generiše 3 periodična analogna signala (sinusni signal na 2 kHz i sinusni i kosinusni signal na 100 kHz) i 3 periodična digitalna signala (povorku pravougaonih impulsa osnovne učestanost 2 kHz, 8 kHz i 10 kHz). Studenti pomoću osciloskopa treba da izmere amplitudu i periodu svakog od navedenih signala, kao i fazni pomeraj između sinusnog i kosinusnog signala na 100 kHz.

Iako prostoperiodični signali imaju vrlo važno mesto u savremenim telekomunikacijama, signali koji nose informaciju su zapravo slučajni signali (npr. audio i video signali). Stoga se na maketi nalazi integrisani mikروفon, u delu koji je označen sa SPEECH, koji je namenjen za snimanje govora. Studenti treba da vizuelizuju govorni signal na ekranu osciloskopa, da izgovaraju cifre srpskog jezika i posmatraju izgled dobijenog signala.

Pojačivači se u telekomunikacijama koriste u cilju povećanja snage korisnog signala radi smanjenja uticaja šuma koji postoji u kanalu. Ovaj pojačivač ima promenljivo pojačanje, ali za razliku od većine drugih pojačivača može i da slabi signal, odnosno da ima funkciju atenuatora. Ovo su ujedno i razlozi zašto je ovaj blok na šemi označen kao BUFFER. Vrednost pojačanja odnosno slabljenja se podešava okretanjem dugmeta koji se nalazi na maketi u okviru pojačivačkog modula. Studenti treba da odrede koja je maksimalna vrednost pojačanja pojačivača pri kojoj ne dolazi do odsecanja signala na izlazu ako se na ulaz dovede sinusni signal učestanosti 2 kHz.

Na maketi su takođe realizovana dva sabirača. Oba sabirača su namenjena sabiranju dva analogna signala, s tim da je kod jednog moguće dodatno pojačati signal koji se nalazi na ulazu, dok drugi ima fiksno pojačanje. Studenti treba da odrede maksimalnu vrednost pojačanja pojačivača koji se nalazi na ulazu sabirača.

Naponski kontrolisan oscilator se koristi za generisanje periodičnog signala čija učestanost zavisi od napona koji se nalazi na njegovom ulazu. Frekvencija signala koji daje generator kontroliše se pomoću dugmeta FREQ u kombinaciji sa dugmetom GAIN kojim se podešava vrednost napona koji se dovodi na ulaz generatora. Ovaj modul ima dva operativna frekventijska opsega: niski (LO) i visoki (HI) koji odgovaraju signalima osnovnog opsega i signalima nosiocima. Opseg se podešava pomoću selektorskog prekidača (LO/HI). Studenti imaju zadatak da odrede amplitudu i opseg frekvencija prostoperiodičnih signala koje može da generiše naponski kontrolisan oscilator ako je izabran opseg niskih učestanosti (LO), odnosno visokih učestanosti (HI).

3. ODABIRANJE SIGNALA I REKONSTRUKCIJA

Studenti kroz nekoliko praktičnih primera treba da se upoznaju sa osnovnim osobinama postupka odabiranja i rekonstrukcije signala.

Odabiranje signala predstavlja diskretizaciju signala po vremenu. Odabiranje je proces koji nam omogućava da se jedan kontinualni signal $x(t)$ predstavi sekvencom diskretnih vrednosti $x[n]$ koje predstavljaju vrednosti signala u ekvidistantnim trenucima $x[n] = x(nT)$, gde je T perioda odabiranja. Drugim rečima, odabiranje se svodi na čitanje vrednosti analognog signala svakih T sekundi.

Pored periode odabiranja za opisivanje postupka odabiranja se takođe koristi i njena recipročna vrednost koja se naziva frekvencija odabiranja. Frekvencija odabiranja određuje sa koliko odbiraka će biti predstavljena jedna sekunda polaznog analognog signala. Teorema o odabiranju (1) određuje uslov po kojem frekvencija odabiranja f_s signala $x(t)$ treba da bude bar dva puta veća od najveće frekvencije f_{max} prisutne u spektru signala $x(t)$, da bi se taj signal mogao rekonstruisati iz signala $x(nT)$ bez izobličenja.

$$f_s = \frac{1}{T} \geq 2f_{max} \quad (1)$$

Odabiranje se vrši množenjem analognog signala $x(t)$ periodičnom povorkom impulsa $\sum_{n=-\infty}^{\infty} u(t - nT)$, gde je $u(t)$ impuls odabiranja. Ako je $u(t) = \delta(t)$ reč je o idealnom odabiranju. Množenje signala u vremenskom domenu odgovara konvoluciji njihovih spektara u frekventijskom domenu, tj. prilikom odabiranja, na frekventijskoj osi se vrši transliranje spektra polaznog analognog signala oko vrednosti koje su jednake celobrojnim umnošcima frekvencije odabiranja. Ako nije ispunjen uslov teoreme o odabiranju doći će do preklapanja transliranih kopija spektra, tzv. „aliasinga“, što dovodi do izobličenja signala.

U postupku odabiranja razlikuju se dva pristupa: tzv. prirodno (*natural*) odabiranje i regularno ili odabiranje „sa zadržkom“ (*sample and hold*). Kod prvog pristupa tokom trajanja impulsa kojim se vrši odabiranje, amplituda odbirka je promenljiva, odnosno vrednost odbirka odgovara vrednosti realnog signala. Ovaj pristup je u praksi neprihvatljiv za neke digitalne sisteme. Zbog toga se češće koristi regularno odabiranje kod koga se u trenutku odabiranja, izmerena vrednost signala zadržava na istom nivou dok god traje impuls.

Rekonstrukcija se vrši pomoću filtra propusnika niskih učestanosti. Ako je zadovoljen uslov teoreme o odabiranju i granična učestanost filtra f_g zadovoljava uslov: $f_{max} < f_g < f_s - f_{max}$, rekonstruisani signal je proporcionalan originalnom analognom signalu. Pošto u praksi ne postoje idealni NF filtri potrebno je da frekvencija odabiranja bude veća od $2f_{max}$.

U ovoj veštbi i studenti imaju zadatak da izvrše prirodno i regularno odabiranje sinusoide na 2 kHz, periodičnom povorkom pravougaonih impulsa čija je frekvencija 8 kHz, kao i rekonstrukciju sinusoide nad kojom je izvršeno regularno odabiranje. Takođe, treba da izvrše regularno odabiranje govornog signala (sa istom povorkom pravougaonih impulsa). Dodatno je potrebno analizirati efekat aliasinga na primeru sinusoide na učestanosti 2 kHz, varirajući frekvenciju odabiranja u opsegu od 2 do 5 kHz.

4. ANALIZA SIGNALA - SPEKTROGRAM

Nakon ove veštbe studenti treba da budu upoznati sa osnovnim funkcijama u MATLAB - u koje su namenjene za analizu i vizuelizaciju audio-signala.

Cilj analize svih vrsta signala jeste istraživanje, razumevanje kao i interpretacija njihovog sadržaja. Obično to porazumeva neki vid njihove vizuelizacije koji omogućuje definisanje karakteristika koje su bitne za

njihovu kasniju obradu. Jedan od najčešće korišćenih i veoma korisnih načina za analizu audio-signala je spektrogram. Spektrogram prikazuje promenu energije (snage) signala na različitim učestanostima tokom vremena. Uobičajeno je da je vremenska osa horizontalna, a frekvencijska osa vertikalna, dok se vrednost energije koduje različitim nijansama sive ili različitim bojama.

Na računaru se spektrogram dobija tako što se signal prvo podeli na kraće segmente, koji mogu i da se preklapaju, a potom se za svaki segment izračuna DFT (diskretna Furijeova transformacija). Na računaru se DFT određuje pomoću FFT (*Fast Fourier Transformation*) algoritma. Ubrzanje u odnosu na uobičajen postupak izračunavanja DFT, postiže se izbegavanjem ponovnog izračunavanja izraza koji se međusobno negiraju.

Ako se dužina diskretne Furijeove transformacije N , može izraziti u obliku $N = 2^L$, tada postupak izračunavanja N vrednosti DFT ima pravilnu strukturu, što se može iskoristiti za smanjenje broja potrebnih aritmetičkih operacija. Segmentacija signala se vrši množenjem signala sa odgovarajućom prozorskom funkcijom. Postoji nekoliko različitih tipova prozorskih funkcija: pravougaona, trougaona, Hanova (*Hann*), Hamingova (*Hamming*), Gausova (*Gauss*) itd. Ako je prozorska funkcija šira onda je frekvencijska rezolucija bolja, ali je vremenska rezolucija lošija jer se bolje uočavaju komponente u spektru ali se gubi informaciju o trenutku kada su se one pojavile. Sa druge strane što je prozorska funkcija uža to je frekvencijska rezolucija lošija, ali je vremenska rezolucija bolja.

Za potrebe ove vežbe realizovane su dve korisničke funkcije: segmentation i spektrogram. Za obe funkcije je dat veći deo koda. Studenti treba da dopune delove koda koji nedostaju. Prva funkcija vrši segmentaciju audio-signala. Ulazni parametri pored signala odbiraka, treba da budu učestanost odabiranja, tip prozorske funkcije, širina prozorske funkcije i pomeraj prozorske funkcije. Funkciju treba testirati na mono signalu koji je dobijen od stereo signala sp16k16b2c.wav. Druga funkcija treba da vizuelizuje spektrogram. Ulazni parametri su isti kao i za funkciju segmentation samo što još treba dodati parametar N koji predstavlja broj tačaka u kojima se izračunava spektar. N treba da bude najmanji broj koji je stepen broja 2, a nije manji od dužine prozorske funkcije. Pošto je analizirani signal realan, potrebno je prikazati spektar u opsegu do polovine učestanosti odabiranja. Pri vizuelizaciji treba postaviti odgovarajuće oznake osa i vrednosti na njima. Koristiti ugrađene MATLAB – ove funkcije `fft`, `abs`, `log10`, `meshgrid`, `surf` i `shading interp`.

5. KONVENCIONALNA AMPLITUDSKA MODULACIJA (KAM)

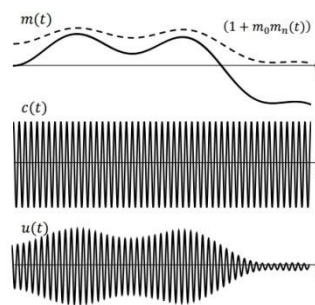
Studenti kroz praktičnu realizaciju modulacije treba detaljnije da se upoznaju sa osobinama konvencionalne amplitudske modulacije (KAM).

Modulisani signal $u(t)$ u slučaju konvencionalne amplitudske modulacije (KAM) definisan je izrazom:

$$u(t) = k(1 + m_0 m_n(t)) \cos(2\pi f_c t) \quad (2)$$

gde je: m_0 indeks modulacije, $m_n(t)$ normalizovan modulišući signal, k amplituda nosioca i f_c učestanost

nosioca. Kod KAM modulacije se amplituda nosioca menja u zavisnosti od amplitude modulišućeg signala (videti sliku 2).



Slika 2 - KAM modulacija

Demodulacija je postupak kojim se iz modulisano signalu izdvaja signal koji približno odgovara modulišućem signalu. Demodulacija KAM modulisano signalu se vrši pomoću detektora anvelope. Detektor anvelope je električno kolo koje iz visokofrekventnog signala $u(t)$ izdvaja njegovu obvojnici (anvelopu). Sastoji se od ispravljača i CR filtra. Kondenzator se puni kada je napon ulaznog signala veći od napona na kondenzatoru (što obično odgovara situaciji kad napon modulisano signalu raste) i sporo se prazni kroz otpornik kada je napon ulaznog signala manji od napona na kondenzatoru (što odgovara situaciji kad napon modulisano signalu opada). Na ovaj način detektor anvelope detektuje vršne vrednosti signala što u velikoj meri odgovara obvojnici signala.

Studenti treba da generišu KAM modulisani signal. Za modulišući signal treba uzeti test ton (sinusni signal) učestanosti 2 kHz, a za nosilac kosinusni signal učestanosti 100 kHz. Potom za modulišući signal iskoristiti govorni signal. KAM modulisani govorni signal treba dovesti na ulaz detektora anvelope i poslušati kako zvuči demodulisani signal.

6. FREKVENCIJSKA MODULACIJA I DEMODULACIJA

Studenti kroz nekoliko primera treba da se upoznaju sa osobinama frekvencijske modulacije i demodulacije.

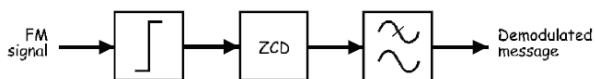
Kod frekvencijske modulacije se frekvencija nosioca menja u zavisnosti od amplitude modulišućeg signala. Modulisani signal $u(t)$ u slučaju frekvencijske modulacije definisan je sledećim izrazom:

$$u(t) = k \cos\left(2\pi f_c t + 2\pi \Delta f \int m(t) dt\right) \quad (3)$$

gde je: $m(t)$ modulišući signal, k amplituda nosioca, f_c učestanost nosioca i Δf maksimalna devijacija učestanosti. Jedan od načina za kreiranje frekvencijski modulisano signalu je pomoću parametarskih modulatora. Najvažnija komponenta ovog modulatora je naponski kontrolisan oscilator (VCO - *Voltage Controlled Oscillator*). Rezonantna učestanost ovog oscilatora (što je ujedno i učestanost prostoperiodičnog signala na njegovom izlazu), srazmerna je modulišućem signalu $m(t)$.

Korišćenje detektora preseka sa nulom (ZCD - *Zero Crossing Detector*) predstavlja jedan relativno

jednostavan ali ipak efikasan metod frekvencijske demodulacije. Blok dijagram ove metode prikazan je na slici 3.



Slika 3- Blok dijagram ZCD frekvencijskog demodulatora

Primljeni FM signal prvo prolazi kroz komparator koji se ponekad naziva i limiter, kliper ili kolo za klipovanje. Namena komparatora jeste eliminacija parazitne amplitudske modulacije kod FM signala. Na izlazu iz komparatora dobija se povorka pravougaonih impulsa različitog trajanja i konstantne amplitude (trajanje impulsa odgovara trajanju pozitivnog dela FM signala). Ovaj signal se zatim koristi kao okidački (*trigger*) signal za ZCD, tj. ZCD generiše impuls fiksne duži ne svaki put kad signal na izlazu komparatora promeni svoju vrednost sa nule na jedinicu (ili obrnuto ali nikad u oba slučaja zajedno). Pošto se frekvencija FM signala menja u zavisnosti od amplitude modulišućeg signala, te promene utiču i na oblik signala na izlazu iz komparatora, a samim tim i na izgled signala koji generiše ZCD. Najznačajnija osobina ovog signala jeste da je modulišuću signal srazmeran učestanosti pojavljivanja preseka modulisanog signala sa nulom, odnosno srazmeran je učestanosti pojavljivanja impulsa koje generiše ZCD (trajanje tih impulsa je fiksno ali pauze između impulsa nisu fiksne duži ne). Odnos između trajanja impulsa i pauze naziva se faktor ispune ili faktor reži ma (*duty cycle*). Svaka povorka pravougaonih impulsa sastoji od jednosmerne komponente i beskonačno mnogo sinusoida (jedan osnovni harmonik i viši harmonici). Što je veći faktor ispune, veća je i jednosmerna komponenta. Kada se promeni trenutna frekvencija u modulisanom signalu, menja se i jednosmerna komponenta signala na izlazu iz komparatora, a samim tim i jednosmerna komponenta ZCD povorka impulsa. Zahvaljujući ovoj činjenici, da bi se došlo do modulišućeg signala, samo je potrebno propustiti ZCD povorku impulsa kroz NF filter.

Studenti u ovoj vežbi prvo treba da izvrše frekvencijsku modulaciju povorka pravougaonih impulsa osnovne učestanosti 2 kHz. Zatim treba da izvrše frekvencijsku modulaciju i demodulaciju govornog signala.

7. DIGITALNE MODULACIJE: BPSK I QPSK

Na primeru BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) i QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*) modulacije, studenti treba da se upoznaju sa osnovnim osobinama digitalnih modulacija.

Digitalna modulacija predstavlja proces u kome je modulišuću signal zapravo digitalni signal i kao takav on menja određene karakteristike prostoperiodičnog nosioca (njegovu amplitudu, frekvenciju ili fazu). U slučaju digitalne faze modulacije modulisani signal ima konstantnu amplitudu, dok njegova faza nosi informaciju o modulišućem signalu. Ako je modulišuću signal binaran (ima samo 2 vrednosti 0 i 1 ili ± 1), faza modulisanog signala može imati samo dve vrednosti (npr. 0 i π) i tada je reč o binarnoj PSK modulaciji, tj. BPSK. Modulisani signal menja svoju fazu za π tačno u onim trenucima kada

modulišuću signal prelazi iz 1 u 0 i obrnuto. U odnosu na BPSK, gde je jednim simbolim predstavljen jedan bit modulišućeg signala, kod QPSK modulacije jedan simbol predstavlja 2 bita. Modulisani signal ima konstantnu amplitudu i 4 različita faza pomeraja. Zahvaljujući činjenici da jedan QPSK simbol predstavlja 2 bita informacione sekvence, ako je trajanje jednog bita T_b ostalo nepromenjeno, simbolska brzina v_s koja je određena izrazom $v_s = \frac{1}{T_s}$ je prepolovljena (jep je $T_s = 2T_b$) i zbog toga je spektar QPSK signala duplo uži od spektra BPSK signala. To je osnovna prednost ove modulacije.

Studenti u ovoj vežbi treba da izvrše BPSK modulaciju i demodulaciju slučajno generisane sekvence impulsa koja se dobija na izlazu SEQUENCE GENERATOR modula. Zbog tehničkih specifikacija i praktičnih mogućnosti makete, na njoj nije moguće istovremeno implementirati i modulator i demodulator QPSK signala. Zato u drugom zadatku treba izvršiti izdvajanje i demodulisanje jednog BPSK signala iz prethodno modulisanog QPSK signala.

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu dat je kratak pregled laboratorijskih vežbi iz predmeta Telekomunikacioni signali i sistemi. Osnovni cilj ovih vežbi jeste da se studentima omogući da na krajnje praktičan i jednostavan način primene stečena teorijska znanja iz oblasti telekomunikacionih sistema i signala i digitalne obrade signala realizujući procese na maketi *EMONA Telecoms-Trainer 101* i u programskom paketu MATLAB. Vežbe su detaljno opisane, analizirane i daju smernice za realizaciju praktičnih zadataka. Sadržaj i uputstva u vidu slika i blok šema za povezivanje modula na maketi. Sve vežbe su testirane i daju te ljene rezultate.

9. LITERATURA

- [1] Tjeljen Trpovski, *Osnovi telekomunikacija*, Fakultet tehničkih nauka, Katedra za telekomunikacije i obradu signala, Novi Sad, 2004.
- [2] Lj. Milić, Z. Dobrosavljević, *Uvod u digitalnu obradu signala*, Beograd: ETF Beograd 1999.
- [3] M. Sečujski, V. Deliće, N. Jakovljević, I. Radić, *Zbirka zadataka iz digitalne obrade signala*, Novi Sad: FTN Novi Sad 2007.
- [4] Barry Duncan, *Emona 101 Trainer Lab Manual Volume 1 - Experiments in Modern Analog and Digital Telecommunications*, Emona Instruments Pty Ltd, Camperdown, Australia, 2008.
- [5] <http://bee.mif.pg.gda.pl/ciasteczkowypotwor/Telequiment/D1010.pdf>
- [6] <http://www.telekom.ftn.uns.ac.rs/>

Kratka biografija:



Slobodan Jošić rođen je u Banji Koviljači 1992. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Obrada signala, odbranio je 2016. godine.

RAZVOJ PROTOKOLA KOMUNIKACIJE PAMETNOG MOBILNOG UREĐAJA I EKG RAZVOJNOG SISTEMA PUTEM USB KOMUNIKACIJE**DEVELOPMENT OF COMMUNICATION PROTOCOL FOR SMART MOBILE PHONE AND ECG BOARD VIA USB BUS**Aleksandar Gavrić, Srđan Sladojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je realizacija komunikacionog protokola između „pametnog“ mobilnog uređaja i EKG uređaja. EKG se povezuje sa mobilnim uređajem preko USB-a koristeći HID (Human Interface Device). Na telefonu se nalazi aplikacija preko koje se upravlja EKG uređajem. Aplikacija prikazuje EKG signale u realnom vremenu i iste snima na internu memoriju uređaja u CSV formatu. Signali se nakon toga mogu dodatno analizirati.

Abstract – This paper presents the implementation of a communication protocol between the mobile device and s ECG device. ECG connects to the mobile device via USB using HID (Human Interface Device). At the phone is an application through which manages development ECG system. The application showing a ECG signals in real time and recorded them on internal memory in CSV format, which can be further analyzed.

Cljučne reči: Prenosivi uređaj, mobilni EKG, USB

1. UVOD

Starenje stanovništva i trend personalizovane medicine doveo je do rastuće potražnje za zdravstvenim uslugama. Hronične bolesti predstavljaju veliku pretnju po finansijsku održivost sistema zdravstvene zaštite.

Kardiovaskularne bolesti su glavni uzrok smrtnosti u skoro svim zemljama članicama EU, što čini skoro 40% svih smrtnih slučajeva u regionu u 2011.

Predloženo rešenje predstavlja jednostavan za korišćenje EKG monitoring sistem. Hardver predstavlja USB adapter malih dimenzija sa senzorima sonde na jednom kraju, i mikro USB interfejsom na drugom kraju, koji omogućava predobradu i skladištenje signala.

Dodatna komponenta je „pametan“ telefon, koji obezbeđujući i napajanje za EKG i intuitivni zahtev korisnika za čitanje podataka u realnom vremenu.

Upotreba sistema je pojednostavljena, jer se izbegava potreba za dodatnom instalacijom drajvera. Takođe, aplikacija ima mogućnost da detektuje problem ukoliko elektrode nisu pravilno postavljene ili se u toku snimanja odlepe.

Aplikacija radi u pozadini, tako da omogućava telefonu uobičajeni rad.

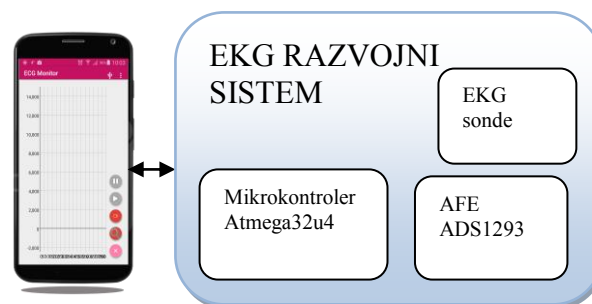
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Sladojević.

Sistem predstavlja pristupačno i jeftino rešenje, jer se izbegava korišćenje dodatnog hardvera, napanje uređaja, ekran za prikaz signala, DSP za obradu signala, memorija za skladištenje podataka i itd... Telefon zamenjuje nedostatak hardvera uz iste ili čak i bolje performanse.

2. ARHITEKTURA SISTEMA

Osnovna blok šema realizovanog uređaja prikazana je na slici 2.1.



Slika 2.1. Blok šema realizovanog uređaja

EKG razvojni sistem je specijalno razvijen hardver za merenje ljudskih EKG signala. Program koji se nalazi u kontroleru omogućava jednostavnu USB komunikaciju između hardvera i mobilnog telefona. U daljem tekstu glavni delovi uređaja biće detaljno objašnjeni.

2.1 EKG razvojni sistem

Razvijen tako da se koristi kao USB stik, koji se preko OTG povezuje sa telefonom ili tabletom. Sistem je baziran na Atmega32u4 mikronroleru i integralnom kolu ADS1293. Veoma je malih dimenzija svega 65x13mm. Na slici 2.2. prikazan je izgled EKG razvojnog sistema.



Slika 2.2. Izgled EKG razvojnog sistema

Atmega32u4 je izabrana iz prostog razloga, zato što ima ugrađen 2.0 Full Speed USB kontroler što nam je najbitnije. Takođe ima ugrađen 12 kanalni 10-bitni AD

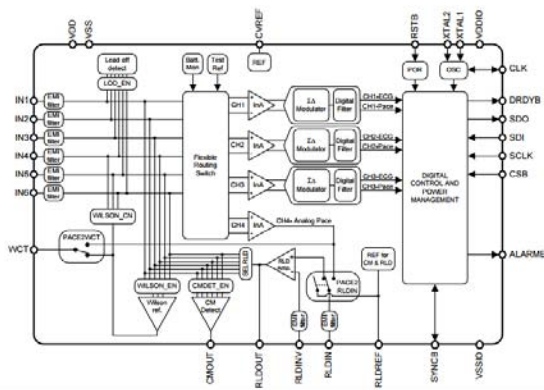
konvertor koji se može koristiti za neka dodatna merenja. Njegova cena je relativno niska u odnosu kakve mogućnosti nudi.

ADS1293 integralno kolo koje služi za prikupljanje EKG signala. ADS1293 je specijalno projektovan za merenje biomedicinskih signala, konkretno za EKG signale. Neke od najbitnih karakteristika su na navede u Tabeli 2.3.

<ul style="list-style-type: none"> • 3 x 24 bitna kanala za merenje EKG signala
<ul style="list-style-type: none"> • Ugrađeno kolo za detekciju pulsa
<ul style="list-style-type: none"> • Niska potrošnja 0.3 mW/kanal
<ul style="list-style-type: none"> • Do 25600 uzorka u sekundi
<ul style="list-style-type: none"> • RLA-pojačavač
<ul style="list-style-type: none"> • Vilson i Goldenberg terminali
<ul style="list-style-type: none"> • Detektovanje grešaka (usled lošeg kontakta elektroda)
<ul style="list-style-type: none"> • Zaštita ulaza od EM zračenja.
<ul style="list-style-type: none"> • SPI komunikacija
<ul style="list-style-type: none"> • Ugrađeni podešljivi filteri

Tabela 2.3. Izgled fleksibilne solarne ćelije

Blok šema ADS1293 prikazana je na slici 2.4.



Slika 2.4. Blok šema ADS1293

Svaki od 3 kanala ima mogućnost podešavanja digitalnog filtera. Digitalni filter se sastoji od 3 niskopropusna filtera petog reda. Drugi filter ima ista podešavanja za sva tri kanala, dok prvi i treći su posebna za svaki kanal. Frekvencija odsecanja se može podesiti u rasponu od 5 - 1280 Hz.

Ima opcija podešavanja brzine semplovanja Sigma-Delta Modulatora od 102.4 kHz ili 204.8 kHz. Većom brzinom ima više odabiraka, što poboljšava rezoluciju signala ali će i povećati ukupnu potrošnju uređaja. To je sad kompromis između rezolucije i potrošnje, može se podešavati posebno za svaki kanal posebno. Veoma važna opcija je detekcija greške. Prilikom nastanka greške na pinu ALARMB pojavljuje se logička nula, što je znak da je došlo na neke od grešaka. Alarm mogu proizvesti različite greške na primer ko što su loš kontakt elektrode i površine kože ili spadanje elektroda sa kože ili problemi kod RLA pojačavača. To nam omogućava da znamo da li dobijeni signal ispravan ili ne. Na pinu DRDYB se nalazi signal za sinhronizaciju. Kad je izlaz na logičkoj nuli novi podaci su spremni za čitanje. Komunikacija sa Atmega32u4 se odvija preko SPI-a modula. Na slici 2.5

protokol SPI komunikacije između ADS 1293 i Atmege32u4.

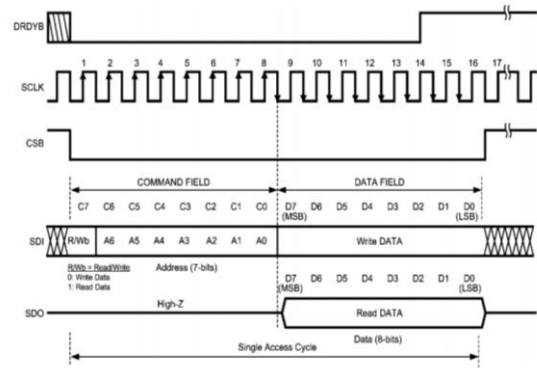
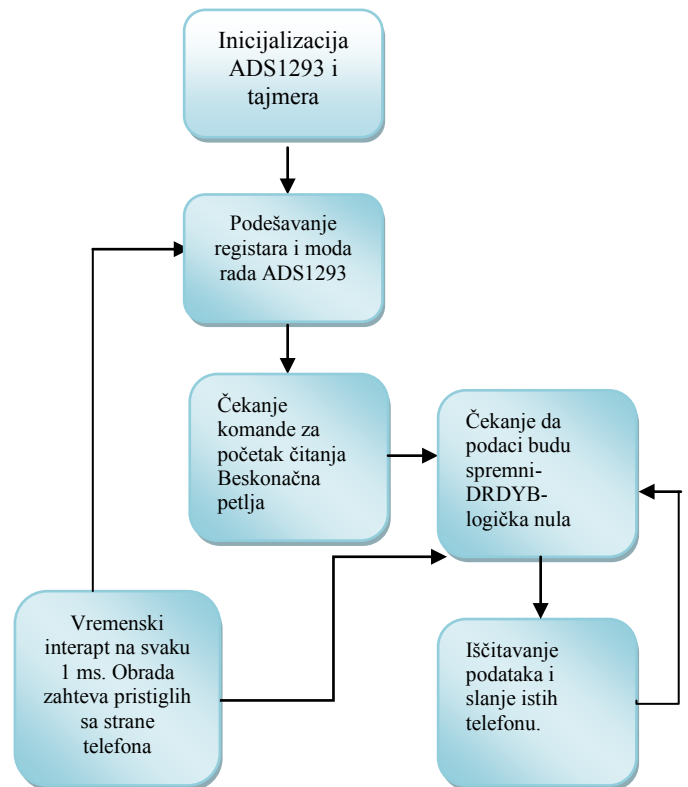


Figure 29. Serial Interface Protocol

Slika 2.5. Protokol SPI komunikacije

3. ALGORITAM

U kontroleru upisan program izvršava čitanje podataka i upravljanje ADS1293 i vrši komunikaciju sa mobilnim telefonom. Na slici 3.1 prikazan je algoritam rada.



Slika 3.1. Aloritam rada mikrokontrolera Amtega32u4

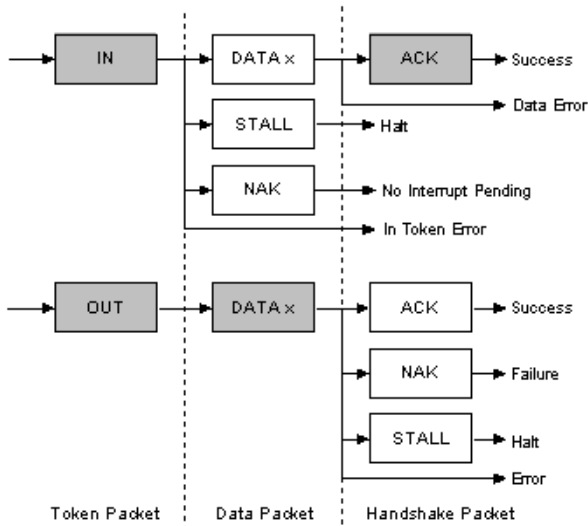
Prilikom uključivanja EKG razvojnog sistema vrši se inicalizacija ADS1293 i tajmera. Nakon toga se podešava početna konfiguracija, i uređaj prelazi u beskonačnu petlju i čeka komandu za početak čitanja podataka. Uporedno timer radi u pozadini i na svaki 1ms baca interupt. U interupt rutini se vrši prijem komandi koje šalje telefon. U ovoj rutini se proverava da li je alarm bit (ALARMB) aktivan tj. da li je na logičkoj nuli i ukoliko jeste, prekida se čitanje podataka i telefonu šalje se podatak sa informacijom o kojoj grešci se radi. Kada

telefon pošalje komandu za početak čitanja, prelazi se u petlju gde se čeka da DRDYB bude na logičkoj nuli. Nakog toga pristupa se iščitavanju podataka, kada se čitanje završi, vraćamo se u predhodno stanje i čeka se novi DRDYB signal.

4. USB KOMUNIKACIJA-PROTOKOL

USB uređaji se međusobno indentifikuju primenom specifičnih struktura podataka koji se nazivaju deskriptori. Postoji razne vrste deskriptora. Usb može imati samo jedan deskriptor koji sadrži razne informacije kao što su broj mogućih konfiguracije koje uređaj može imati. Konfiguracioni deskriptor sadrži informacije o broju interfejsa koje može da podrži, kao i potrošnji uređaja. Uređaj može imati više konfiguracija, kako bi Usb host mogao da izabere jedan odgovarajući za potrebnu aplikaciju. Deskriptor interfejsa definiše kolekcije krajnjih tačaka, gde krajnja tačka deskriptora definiše pravac, vrstu prenosa i maksimalnu veličinu paketa krajnje tačke. USB HID „Human Interface Device“ je klasa USB komunikacije koja se koristi za računarske periferije. Neki od primera gde se koristi HID jesu, tastatura, miš i tako dalje. Predost HID je u tome da ne zahteva posebne drajvere.

HID jedinice podržavaju samo „Control Interrupt transfer“ podataka. Ovakav prenos podataka koristi se uz pomoć USB sistemskog softvera pri konfigurisanju jedinica kada se one prvi put priključuju. „Control Interrupt transfer“ prenos podataka koristi se kada se radi sa malom broju podataka i ograničeno je na vreme čekanja odziva. Host inicira početak prenosa tako što šalje „Setup“ paket primarnoj jedinici za prijem podataka. Zatim host šalje „Data“ paket, koji se prilikom prijema potvrđuje slanjem „ACK“ paketa prema hostu. Na slici 4.1. prikazan je format transakcije.



Slika 4.1. „Control Interrupt transfer“ transakcija

Jedna transakcija počinje jednim „IN“ ili „OUT“ paketom. Jedan poslani paket ili primljeni paket hosta završava se „ACK“ paketom. Ako prijem „IN“ paketa nije izvršen od strane jedinice, ona šalje „NAK“ ili „STALL“ paket hostu. Isto tako ako se pojavi greška u „DATA“ paketu, ona šalje „NAK“ ili „STALL“ paket hostu. Kada se HID jedinica prvi put priključi na host,

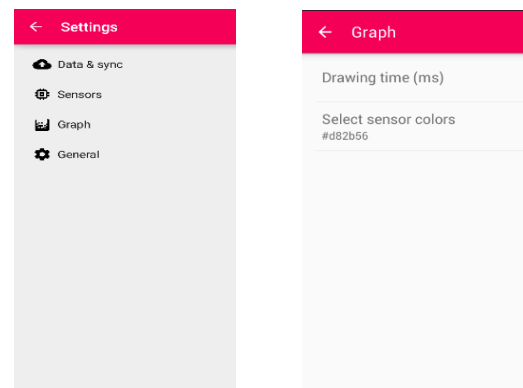
ulazi se u konfiguraciono stanje kada host određuje funkcije i opseg koji se zahteva. Informacije o konfiguraciji sadržane su u memoriji jedinice i organizovane su pomoću deskriptora.

Atmega 32u4 ima „IN“ i „OUT“ bufere maksimalne veličine od 64 bajta. Za potreba komunikacije koristi se samo 16 bajtova.

„OUT“ bufer sadrži 16 bajtova od kojih prvih 9 bajtova se koristi za vrednosti izmerenog EKG signala, dok se ostali bajtovi rezervisani za greške koje mogu nastati u toku rada. „IN“ bufer ima 16 bajtova, prva tri bajta se koriste za pokretanje i stopiranje snimanje EKG signala.

5. APLIKACIJA

Mobilna aplikacija je razvijena u Android Studio-u, koji je službeni IDE za razvoj Android aplikacija. Razvijena aplikacija podržava svaki Android sistem od API 15 do 23, što predstavlja 97% svih raspoloživih Android uređaja danas. Aplikacija ima dva glavna dela: servis koji radi u pozadini, i glavnu aktivnost. Servis je odgovoran za povezivanje i komunikaciju sa projektovanim hardverom. Njegova glavna svrha je da prihvati izmerene vrednosti, konvertuje ih u tip i dostavlja ih na zahtev glavnoj aktivnosti. GraphView biblioteka je korišćen za prikazivanje EKG signal u glavnoj aktivnosti u skoro realnom vremenu. Vreme izcrtavanja signala se može menjati u glavnom meniju od strane korisnika, ali za verodostojan prikaz trebalo bi da bude manje od 5 ms. Postoji još i opcija snimanja signala u CSV formatu koje se mogu naknadno analizirati. Na slikama 5.1. i 5.2. prikazan je izgled aplikacije tokom snimanja i podešavanje vreme izcrtavanja signala.



Slika 5.1. Podešavanje vremena iscrtavanja signala



Slika 5.2 Izgled ekrana aplikacije u toku snimanja

6. ZAKLJUČAK

Sistem opisan u ovom radu predstavlja dokaz koncepta. Dizajniranjem sistema za EKG monitoring sa jednostavnim komponentama koje se lako nabavljaju i prosečnog mobilnog telefona. Prvi korak u unapređenju postojećeg sistema jeste optimizacija aplikacije da bi se mogla koristiti i na drugim Android uređajima.

Takođe, pogodno bi bilo da se za čuvanje koristi neki od stardadnih formata za EKG zapise, čime bi se omogućilo da se na već postojećim softverima radi dalja analiza i obrada snimljenih signala.

U budućnosti treba ići u pravcu razvijanja algoritama i aplikacije za analizu signala, kako bi se postigla samodijagnostika.

7. LITERATURA

- [1] OECD, *Health at a Glance: Europe 2014*, OECD Publishing, 2014
http://dx.doi.org/10.1787/health_glance_eur-2014-en
- [2] H. Wang, D. Peng, W. Wang; H. Sharif, H. Chen, A. Khoynezhad, *Resource-aware secure ECG healthcare monitoring through body sensor networks*, *IEEE Wireless Communications*, vol.17 (2010), no.1, pp.12-19,
- [3] J. Andreu-Perez, D.R. Leff; H.M.D. Ip, Y. Guang-Zhong, *From Wearable Sensors to Smart Implants—Toward Pervasive and Personalized Healthcare*, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, , vol.62 (2015), no.12, pp.2750-2762
- [4] A. Pantelopoulos, N.G. Bourbakis, *A Survey on Wearable Sensor-Based Systems for Health Monitoring and Prognosis*, in *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, *IEEE Transactions on*, vol.40 (2010), no.1, pp.1-12,
- [5] Internet:
http://www.usb.org/developers/hidpage/HID1_11.pdf, *Device Class Definition for Human Interface Devices (HID)*, last access 01.03.2016

[6] Internet:

http://www.usb.org/developers/hidpage/Hut1_12v2.pdf, *HID Usage Tables*, last access 01.03.2016

[7] Internet: <https://github.com/jjoe64/GraphView>

[8] Tehnička dokumentacija i uputstvo za rad sa *Atmega32u4*. Dostupno na <http://www.atmel.com>, april 2016

[9] Tehnička dokumentacija i uputstvo za rad sa *ADS1293 integrusanim kolom*. Dostupno na <http://www.linear.com/product/LTC3105>, decembar 2016

[10] <http://www.beyondlogic.org/usbnutshell/usb1.shtml>

Kratka biografija:



Aleksandar Gavrić rođen je 1988. godine u Kikindi. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroračunarska elektronika odbranio je 2016. godine

PROJEKTOVANJE NAPONOM KONTROLISANOG OSCILATORA

DESIGN OF VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR

Ljubomir Đaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su projektovane dve topologije naponom kontrolisanog LC oscilatora (eng. LC Voltage Control Oscillator–LC VCO) u programskom paketu za projektovanje i simulaciju integrisanih kola - Cadence. Projektovani su NMOS i PMOS negativni-gm oscilatori u UMC RF-CMOS 0.13 μ m tehnologiji. Obe topologije su projektovane za tri različite vrednosti induktivnosti i potom su upoređene sa stanovišta faznog šuma i potrošnje.

Abstract – In this paper, two topologies of voltage controlled oscillator are designed in the software package for the design and simulation of integrated circuit - Cadence. NMOS and PMOS negative-gm oscillators are designed in UMC RF-CMOS 0.13 μ m technology. Both topologies are designed for three different values of inductance and compared from the point of phase noise and consumption.

Ključne reči: Voltage controlled oscillator, negative-gm, LC network, capacitor bank.

1. UVOD

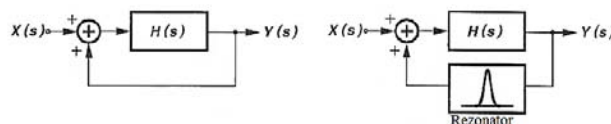
Oscilator je kolo koje generiše periodični signal na izlazu. Kao takvo, kolo mora da ima samoodrživi mehanizam koji dozvoljava sopstvenom šumu da raste i postane periodični signal. Oscilator može da se posmatra kao kolo sa povratnom petljom, predstavljeno na Sl.1(a), sa prenosnom funkcijom:

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{H(s)}{1 - H(s)}. \quad (1)$$

Samoodrživi mehanizam nastaje na frekvenciji S_0 ako je $H(S_0) = +1$ [1]. Za stabilne oscilacije, dva uslova istovremeno moraju biti ispunjena na frekvenciji oscilovanja ω_0 : (1) pojačanje petlje, $|H(j\omega_0)|$ mora biti jednako jedinici, i (2) ukupni fazni pomeraj petlje, $\angle|H(j\omega_0)|$, mora biti nula (ili 180° ako je povratna petlja negativna). Ova dva uslova se nazivaju Barkhauzenov kriterijumi i govore da svaki sistem sa povratnom petljom može da osciluje ako se adekvatno izaberu pojačanje petlje i fazni pomeraj. U mnogim oscilatorima na visokim frekvencijama (RF), kao što su u ovom radu projektovani, mreža za podešavanje (selekciju) frekvencije, LC mreža, je korišćena u petlji kako bi se stabilizovala frekvencija. Ovo je ilustrovano na Sl.1(b), a mreža za selekciju frekvencije se još naziva i rezonator (rezonantno kolo) [1].

NAPOMENA:

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



Slika 1. (a) Oscilator sa povratnom petljom (b) dodatna mreža za selekciju frekvencije ili rezonator

Frekvencija oscilovanja je određena rezonantnom frekvencijom LC mreže i data je sa:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}. \quad (2)$$

Na ω_0 impedansa rezonantnog kola je čisto realna i jednaka R_p , a faza je tačno nula. Na frekvencijama ispod rezonantne, impedansa paralelne LC mreže je pretežno induktivna. Slično, na frekvencijama iznad rezonantne, impedansa rezonatora se ponaša kapacitivno.

Faktor dobrote rezonatora Q , uključuje razne gubitke koji su povezani sa elementima rezonatora i ukazuje na sposobnost kola da povрати energiju. Q je veoma bitan faktor koji određuje karakteristike faznog šuma oscilatora, a definisan je kao:

$$Q = \omega \cdot \frac{\text{Uskladištena energija}}{\text{Srednja disipirana snaga}}. \quad (3)$$

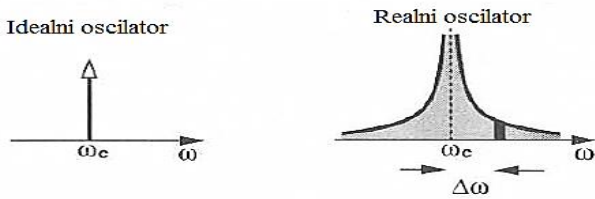
Kao i druga analogna kola, oscilator je podložan uticaju šuma. Šuma, bilo da je nastao od samih komponenti oscilatora ili doveden spolja, može da utiče i na frekvenciju oscilovanja i na amplitudu izlaznog signala. U mnogim slučajevima promena amplitude je beznačajna, pa se jedino promena frekvencije uzima u obzir. Malo odstupanje u frekvenciji može da se posmatra kao promena periode ili odstupanje od nultih prelaza u vremenskom domenu.

Za sinusni signal može se napisati: $x(t) = A \cos[\omega_c t + \varphi_n(t)]$, gde je $\varphi_n(t)$ mala slučajna faza koja predstavlja varijacije u periodi. Funkcija $\varphi_n(t)$ se naziva fazni šum. U RF aplikacijama, fazni šum se definiše u frekvencijskom domenu. Spektar idealnog oscilatora koji generiše sinusni signal na učestanosti ω_c ima oblik Dirakovog impulsa, dok realni oscilator ima "suknje" oko centralne frekvencije, Sl.2.

Da bi se odredio fazni šum, posmatra se propusni opseg na udaljenosti $\Delta\omega$ od centralne učestanosti ω_c i deli se sa srednjom snagom signala nosioca.

Fazni šum se može izraziti pomoću Leeson-ove jednačine (4), koja daje povezanost između Q faktora rezonatora, frekvencije oscilovanja ω_0 i ofset frekvencije $\Delta\omega$.

$$\left| \frac{Y}{X}(j\omega) \right|^2 = \frac{1}{4Q^2} \left(\frac{\omega_0}{\Delta\omega} \right)^2 \quad (4)$$



Slika 2. Spektar signala na izlazu idealnog i realnog oscilatora

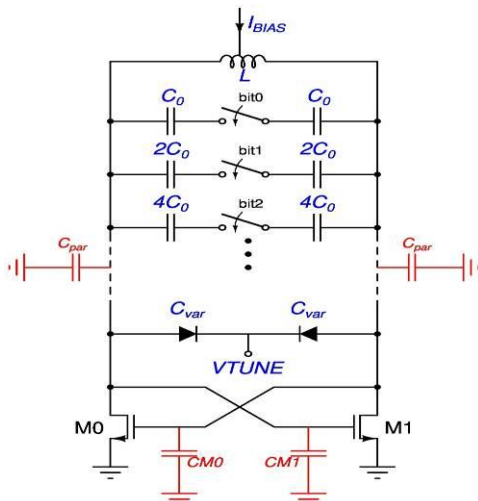
Bežične aplikacije zahtevaju da oscilator bude podešljiv, odnosno njegova izlazna frekvencija bude funkcija kontrolnog ulaza. Izlazna frekvencija idealnog VCO se može izraziti kao:

$$\omega_{out} = \omega_0 + K_{VCO} \cdot VTUNE, \quad (5)$$

gde je ω_0 frekvencija za $VTUNE = 0V$, K_{VCO} predstavlja pojačanje ili osetljivost oscilatora izraženu u MHz/V, a $VTUNE$ kontrolni napon. Opseg podešavanja frekvencije je $\omega_2 - \omega_1$ (TR, eng. tuning range) [2].

2. PROJEKTOVANJE NAPONOM KONTROLISANOG OSCILATORA

U ovom poglavlju je obrađeno projektovanje dva kola LC-VCO sa aktivnim delovima sastavljenim od dva unakrsno spregnuta NMOS i PMOS tranzistora. LC rezonator se sastoji od kalema sa centralnim priključkom, varaktora za fino podešavanje amplitude i binarno kodirane banke kondenzatora. Električna šema opisanog kola sa unakrsno spregnutim NMOS tranzistorima je prikazana na Sl.3.



Slika 3. NMOS LC-VCO negativni-gm oscilator

Proračunate vrednosti parametara oscilatora sa NMOS jezgrom kod koga je $L = 0.75$ nH su:

$$\begin{aligned} I_{bias} &= 4.6 \text{ mA}, \quad g_m = \alpha g_{m,min} = 16.1 \text{ mS}, \quad (W/L)_{konačno} = 188, \\ CM0 &= CMT = 29.56 \text{ fF}, \quad C_0 = 90.16 \text{ fF}, \quad C_{0,off} = 63.6 \text{ fF}, \\ C_{var,max} &= 70.83 \text{ fF}, \quad C_{var,min} = 17.7 \text{ fF}. \end{aligned}$$

Projektovanje kola počinje sa izborom vrednosti induktora koji dominantno određuje performanse celog kola, pod uslovom da gubici u oscilatoru u najvećem delu potiču od kalema [3].

Ta pretpostavka je i ovde usvojena. Pri projektovanju LC oscilatora glavni cilj je minimizovati fazni šum oscilatora za zadata ograničenja, koja se najviše tiču maksimalne dozvoljene potrošnje. U radu [3] je dokazano da je fazni šum oscilatora direktno proporcionalan veličini $(Lg_L)^2/I_{BIAS}$. Ova veličina se menja sa promenom induktivnosti induktora (ekvivalentna paralelna otpornost kalema je jednaka: $R_p = 1/g_L$). I_{BIAS} označava struju koja prolazi kroz centralni priključak (eng. Center tap-CT) induktora, polarizuje tranzistore i određuje amplitudu oscilovanja VCO-a kada je on u strujno-ograničenom režimu rada.

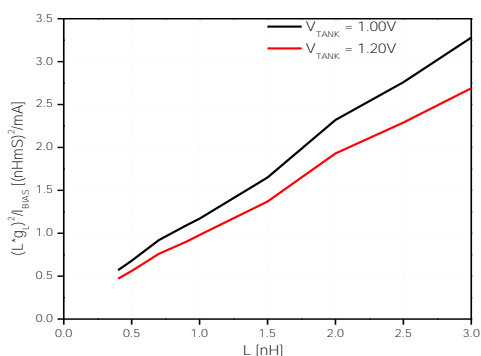
U radovima [3], [4] i [5], oscilator najčešće dostiže najbolje performanse rada kada radi na granici između strujno-ograničenog i naponski-ograničenog režima rada. U strujno-ograničenom režimu, amplituda oscilovanja se povećava približno linearno sa povećanjem I_{BIAS} struje sve dok se ne dođe do tačke kada to prestaje, zbog različitih nelinearnosti i ograničenja napona napajanja, kada, bez obzira na povećanje struje polarizacije VCO-a, amplituda oscilovanja ostaje manje-više konstantna. Kako je fazni šum obrnuto proporcionalan snazi signala, sa prestankom povećanja amplitude signala, prestaje i smanjivanje faznog šuma.

Međutim, često i pre nego što se dođe do tačke na granici različitih režima rada neki drugi faktor može da ograniči vrednost I_{BIAS} struje. Nekad je to sama specifikacija za maksimalnu potrošnju, a nekad i maksimalna amplituda signala pri kojoj može da se garantuje da komponente u kolu neće biti oštećene posle izvesnog vremena. U ovom radu je uzeta vrednost struje polarizacije I_{BIAS} koja daje diferencijalnu amplitudu signala između 1.0 V i 1.2 V. Dakle, potrebno je naći induktor koji ima minimalan odnos $(Lg_L)^2/I_{BIAS}$.

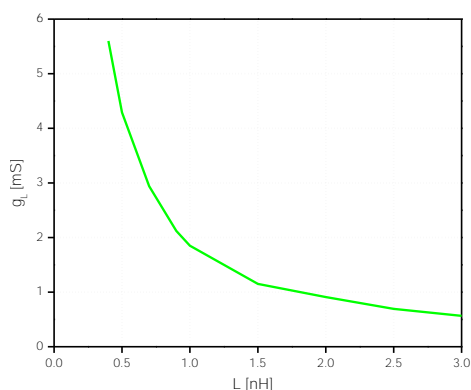
Veza između diferencijalne amplitude signala u LC rezonatoru V_{TANK} i struje polarizacije I_{BIAS} je data sa $V_{tank} = 2/\pi(I_{BIAS}/g_{tank})$. Parametar g_{tank} predstavlja ekvivalentnu paralelnu konduktansu koja modeluje gubitke u LC rezonatoru. Uzima se da je $g_L \approx g_{tank}$. Na Sl.4 su prikazane vrednosti za $(Lg_L)^2/I_{BIAS}$ u zavisnosti od različitih vrednosti induktivnosti L u tehnologiji UMC CMOS 130nm.

Geometrijski parametri induktivnosti su dobijeni korišćenjem alata u PDK-u koji omogućava da se nađe geometrija induktora koja ima zadata induktivnost i najbolji mogući Q -faktor. Vrednosti za L i g_L su određene na učestanosti od 5 GHz (centralna učestanost VCO-a).

Rezultati sa Sl.4. sugerišu da bi smanjivanjem induktivnosti induktora (a samim tim mora da se poveća kapacitivnost u LC rezonatoru da bi se pokrio isti opseg učestanosti) fazni šum VCO-a trebao da opada. Beskonačno smanjivanje induktivnosti naravno da nije moguće i uvek postoji neka donja granica kada struja polarizacije, I_{BIAS} , koja je potrebna da se postigne željena amplituda u VCO-u, postaje neželjeno velika, s obzirom da se g_L povećava sa smanjivanjem L (smanjuje se R_p induktora sa smanjenjem L). To je prikazano na Sl.5.



Slika 4. Određivanje optimalne vrednosti induktora



Slika 5. Paralelna konduktansa induktora u zavisnosti od vrednosti induktivnosti

Na Sl.6. je prikazan LC-VCO sa aktivnim delom sačinjenim od dva unakrsno spregnuta PMOS tranzistora. Kao što se sa Sl.6. može primetiti, obe grane, PLUS i MINUS, oscilatora opterećuju dve vrste neželjenih kapacitivnosti, koje su obojene crvenom bojom.

Jedna je označena kao C_{par} i potiče od kapacitivnosti realnih poluprovodnih veza (interkonekcija) i ima vrednost $C_{par} = 300$ fF, a $CM0$ i $CM1$ su parazitne kapacitivnosti tranzistora i njihova vrednost se može aproksimirati sa: $CM0 = CM1 = C_{ox}WL$. C_0 je vrednost kapacitivnosti jediničnog kondenzatora. M0 i M1 su MOS tranzistori koji rade kao prekidači.

Kada se na priključke prekidača dovedu adekvatni nivoi, on je uključen ili isključen, što znači da tada dodaje ili izbacuje kapacitivnost C_0 u ili iz LC rezonatora.

Kada je prekidač uključen treba da unosi što manje gubitke u LC rezonator, što znači da mu W/L odnos treba da bude što veći. S druge strane kada je prekidač isključen treba da unese dovoljno malu parazitnu kapacitivnost u LC rezonator da bi se uspešno pokrile više učestanosti specifikiranog LC-VCO opsega frekvencije.

To znači da postoji maksimalno W/L koje je zapravo određeno maksimalnim $C_{0,off}$. Za prekidače na ovim učestanostima trebalo bi da se koriste širine prsta (eng. *finger*) $< 5\mu m$, kako bi se minimizovale parazitne kapacitivnosti drejn/sors i otpornosti gejta. Odnos dimenzija tranzistora se određuje pomoću sledeće formule:

$$(W/L) = g_m^2 / K_N I_{BIAS} \quad (6)$$

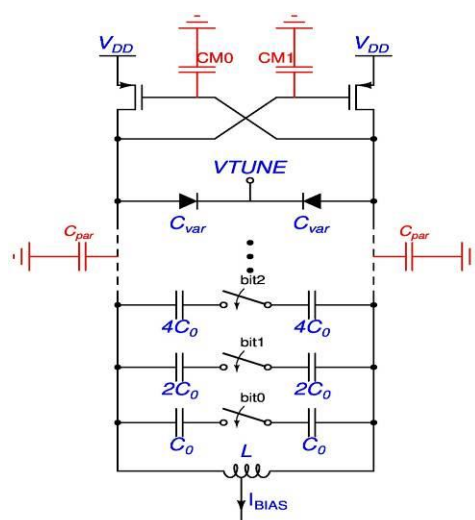
Poznavanjem minimalne i maksimalne frekvencije, odnosno zadatog opsega, može se proračunati potrebna minimalna i maksimalna kapacitivnost pomoću sledeće dve jednačine:

$$C_{TOT,MIN} = \frac{1}{2}C_{par} + \frac{1}{2}(2^N - 1)C_{0,off} + \frac{1}{2}CM0(1) + \frac{1}{2}C_{var,min} = \frac{1}{(2\pi f_{lc,max})^2 L} \quad (7)$$

$$C_{TOT,MAX} = \frac{1}{2}C_{par} + \frac{1}{2}(2^N - 1)C_0 + \frac{1}{2}CM0(1) + \frac{1}{2}C_{var,max} = \frac{1}{(2\pi f_{lc,min})^2 L} \quad (8)$$

Proračunate vrednosti parametara oscilatora sa PMOS jezgrom kod koga je $L = 0.75$ nH su:

$I_{bias} = 4.6$ mA, $g_m = \alpha g_{m,min} = 16.1$ mS, $(W/L)_{konačno} = 626$, $CM0 = CM1 = 98$ fF, $C_0 = 87.95$ fF, $C_{0,off} = 61.38$ fF, $C_{var,max} = 70.83$ fF, $C_{var,min} = 17.7$ fF.



Slika 6. PMOS LC-VCO negativni-gm oscilator

3. REZULTATI SIMULACIJA

Struja polarizacije I_{BIAS} je morala da se poveća sa proračunatih 4.6 mA na 6 mA (1.3 puta za $L = 0.75$ nH), da bi se postigao željeni naponski zamah ~ 1.1 V u NMOS VCO-u, dok je u PMOS VCO-u povećana 1.48 puta.

Ovo je očekivano, jer su prilikom proračuna uzimani samo gubici koji potiču od kalema.

Pokriven je frekvencijski opseg od 4.6 GHz do 5.4 GHz, takođe srednje pojačanje oscilatora K_{VCO} je manje od 60 MHz/V, izlazni diferencijalni napon se menja u opsegu (1-1.2) V, fazni šum na 100 kHz ofsetu je manji od -105 dBc/Hz, a na 1 MHz ofsetu je manji od -125 dBc/Hz.

U Tabeli 1. sumirani su rezultati simulacija za fazni šum i struju polarizacije.

Fazni šum je određen kada je $FREQ = 14$, $VTUNE = 0.6$ V i $f_{osc} = 5$ GHz. Sa $FREQ$ je označena uključena banka kondenzatora.

Tabela 1. Simulirani fazni šum na 5 GHz za različite vrednosti induktivnosti

L [nH]	NMOS LC-VCO			PMOS LC-VCO		
	PN @100kHz [dBc/Hz]	PN @1MHz [dBc/Hz]	I_{BIAS} [mA]	PN @100kHz [dBc/Hz]	PN @1MHz [dBc/Hz]	I_{BIAS} [mA]
0.60	-105.8	-125.8	8	-101.2	-124.5	9.3
0.75	-105.6	-125.6	6	-100.8	-124	6.8
0.90	-105	-125.2	4.8	-100.7	-123.7	5.3

Korišćeni diferencijalni induktor na 5 GHz ima Q-faktor jednak 17, kondenzatori u banci imaju Q-faktor veći od 200, dok varaktori imaju Q-faktor veći od 20. Pošto znamo da induktor dominantno određuje Q-faktor cele rezonantne mreže, sledi da je Q-faktor kola jednak 17. Utvrđena je optimalna topologija LC-VCO-a. Optimalan dizajn koristi LC mrežu kod koje je $L = 0.75$ nH. Najvažnije karakteristike optimalne topologije dobijene simulacijama su:

$I_{bias} = 6$ mA, $g_m = ag_{m,min} = 15.8$ mS, $(W/L)_{konačno} = 188$, $CMO = CMI = 29.56$ fF, $C_0 = 88.34$ fF, $C_{0,off} = 60$ fF, $C_{var,max} = 71.4$ fF, $C_{var,min} = 17.44$ fF, $avg(K_{VCO}) = 55.68$ MHz/V, $K_{VCO@5GHz} = 56.76$ MHz/V, $PN@100k = -106.6$ dBc/Hz, $PN@1M = -125.5$ MHz/Hz, $V_{OUT@5GHz} = 1.142$ V.

Dobijena vrednost $C_{0,off}$ je maksimalna vrednost $C_{0,off}$ za koju se sigurno dostiže gornja granična učestanost 5.4 - GHz. Veća vrednost $C_{0,off}$ znači da je veći MOS tranzistor koji radi kao prekidač. Što su veće dimenzije MOS prekidača, gornja frekvencija VCO opsega biće sve niža, ali sa druge strane njegova otpornost kada je zatvoren biće sve manja pa će i gubici koje on unosi biti manji.

To sa druge strane znači da će manja struja biti potrebna za isti naponski zamah oscilatora i sigurni start oscilatora ili bolji fazni šum za istu struju.

Pošto se frekvencija menja sa promenom kapacitivnosti banke kondenzatora, da bi se obezbedilo dobro preklapanje susednih pod-opsega treba da bude ispunjen uslov:

$$\Delta C_{VAR} > \Delta C_0. \quad (9)$$

Iz prethodnog uslova uzete su vrednosti kapacitivnosti: $C_{var,max} - C_{var,min} = 2(C_0 - C_{0,off})$.

Paralelna otpornost koja predstavlja ekvivalentnu otpornost gubitaka LC rezonatora iznosi 373 Ω na 5 GHz za optimalan dizajn.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu su projektovane dve topologije oscilatora sa NMOS i PMOS tranzistorima kao aktivnim delovima za tri različite vrednosti induktivnosti, odnosno tri različite LC mreže. Obe topologije su upoređene sa stanovišta šuma i potrošnje. U radu je dat postupak za proračun vrednosti svih elemenata oscilatora.

Kod negativnog-gm oscilatora je prikazana optimizacija induktora, kao i određivanje dimenzija tranzistora koji čini aktivni deo oscilatora. Utvrđena je optimalna vrednost induktora koja daje najmanji šum, kao i dimenzije varaktora.

Optimalna verzija koristi NMOS tranzistore kao aktivni deo i LC mrežu sa $L = 0.75$ nH i njoj adekvatno proračunate kapacitivnosti. Utvrđeno je da se smanjenjem $V_{GS} - V_T$ i W/L , da bi se smanjila potrošnja i povećao opseg frekvencije, smanjuje amplituda oscilovanja.

Manja amplituda oscilovanja vodi ka lošim performansama faznog šuma, jer je fazni šum inverzno proporcionalan amplitudi oscilovanja.

5. LITERATURA

- [1] Behzad Razavi: „RF microelectronics“, pp. 206-240, 1998.
- [2] Adem Aktas, Mohammed Ismail: „CMOS PLLs AND VCOs for 4G Wireless“, pp. 9-75, 2004.
- [3] Donhee Ham, Ali Hajimiri: „Concept and Methods in Optimization of Integrated LC VCOs“, pp. 896-908, Jun 2001.
- [4] John Rogers, Calvin Plett, Foster Dai: „Integrated Circuit Design for High-Speed Frequency Synthesis“, pp. 233-275, 2006.
- [5] Axel Dominique Berny, Robert G. Meyer, Ali Niknejad: „Analysis and Design of Wideband LC VCOs“, pp. 57-110, Maj 2006.

Kratka biografija:



Ljubomir Đaković rođen je u Novom Sadu 1990. god. Diplomski rad odbranio je 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroelektronika.

IP ORIJENTISANI SISTEMI KONTROLE PRISTUPA**IP ORIENTED ACCESS CONTROL SYSTEMS**Mirsad Beljulji, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan primer realizacije IP orijentisanog sistema kontrole pristupa. Dat je pregled postojećih sistema kontrole pristupa. Zatim je opisan realizovani IP orijentisani sistem kontrole pristupa. Realizovan sistem je razvijen u okviru projekta autonomnog sistema merenja radnog vremena u kompaniji RT-RK.

Abstract – This paper describes one example of IP oriented access control system. Overview of solutions for access control systems is given. A description of a realized IP oriented system is given. The IP oriented access control system is realized under RT-RK company's project for autonomous measurement of work time.

Ključne reči: kontrola pristupa, TCP/IP, IoT internet of things.

1. UVOD

Termin „Kontrola pristupa“ odnosi se na tehnike ograničavanja pristupa određenim objektima u smislu odluke o tome ko ima pravo pristupa, kada i koliko dugo [1]. Ograničenje pristupa se može ostvariti na razne načine a u novije vreme se najčešće koriste neki od elektronskih sistema za kontrolu pristupa. Osnovna prednost elektronskih sistema pristupa jeste mogućnost potpune autonomnosti kao i mogućnost registrovanja i čuvanja pojedinačnih pristupa.

Za elektronske sisteme kontrole pristupa su potrebna manja dugoročna ulaganja. Elektronski sistemi pristupa nose sa sobom sve mane elektronskih sistema zaštite i mogu biti manje ili više pouzdani u zavisnosti od robusnosti sistema [2]. Posebnu grupu elektronskih sistema kontrole pristupa čine IP orijentisani sistemi kontrole pristupa.

Za razliku od tradicionalnih, IP orijentisani sistemi koriste postojeću mrežnu infrastrukturu kao i hardversko-sofverske platforme. Na ovaj način se izbacuje kontrolni panel koji postoji u klasičnim sistemima za kontrolu pristupa i server direktno komunicira sa uređajima na pristupnim tačkama.

Mana ovakvog pristupa jeste to što sistem postaje podložan napadima preko mreže, ali tehnike zaštite podataka koje se inače koriste u računarskim komunikacijama mogu se koristiti i u zaštiti ovakvih sistema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Mirjana Damnjanović.

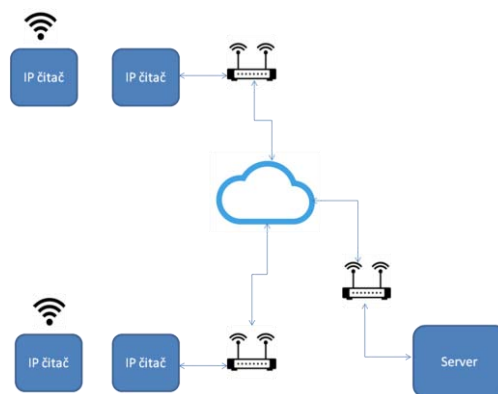
2. STRUKTURA IP ORIJENTISANIH SISTEMA KONTROLE PRISTUPA

Osnovni delovi IP sistema kontrole pristupa su IP čitači koji se nalazi na pristupnim tačkama i server. Čitač može biti prost u smislu da samo može da očitava akreditaciju ali ne može da donese odluku o pristupu. U tom slučaju odluka o pristupu se donosi na nivou servera i ukoliko postoji otkaz na mreži sistem je nefunkcionalan.

Pametan čitač podrazumeva dovoljno resursa da može sam u svakom trenutku da donosi odluku o pristupu. Da bi čitač radio samostalno on mora da ima lokalno listu akreditiva a da bi donosio ispravnu odluku mora da blagovremeno dobija sve promene u listi akreditiva. Da bi postao deo računarske mreže pametan IP čitač mora da ima jedinstvenu MAC adresu.

Ukoliko postoji i rezervno napajanje za svaku pristupnu tačku sistem postaje otporan na nestanak napajanja i potpuno autonoman. Ako se čitač posmatra kao deo globalne mreže postaje nebitno gde se geografski nalazi pristupna tačka.

Ovo je posebno značajno ukoliko je potreban jedinstven sistem kontrole za više fizički odvojenih objekata. Na **slici 1.** je prikazana blok šema IP orijentisanog sistema kontrole pristupa. Sa strane mreže čitač se ponaša kao i bilo koji drugi mrežni uređaj a sama mreža može biti lokalna ili globalna.



Slika 1. Blok šema IP orijentisanog sistema kontrole pristupa

Čitač može biti bežični ukoliko na pristupnoj tački ne postoji ethernet port. Čitači u ovakvom sistemu mogu da komuniciraju između sebe i direktno sa serverom pa je moguće razviti različite algoritme za ažuriranje podataka.

Sa strane mreže IP orijentisani sistemi kontrole pristupa se mogu posmatrati kao distribuirana računarska mreža. Sistem na ovaj način postaje robusniji u smislu da ako

otkaže jedan čitač ili server svi ostali nastavljaju da rade nezavisno jedan od drugog.

Osnovna funkcija servera jeste da konfiguriše mrežu čitača i prikuplja podatke sa čitača u jedinstvenu bazu podataka. Ovakva konfiguracija sistema kontrole pristupa daje mogućnost za razne napredne funkcije u zavisnosti od potrebe korisnika.

Primer jedne od naprednih opcija je ažuriranje firmvera čitača preko mreže. Čitači se mogu konfigurisati pojedinačno i svaki na različiti način. Čitači se mogu konfigurisati da imaju različite liste akreditiva u slučaju kontrole pristupa u više nivoa.

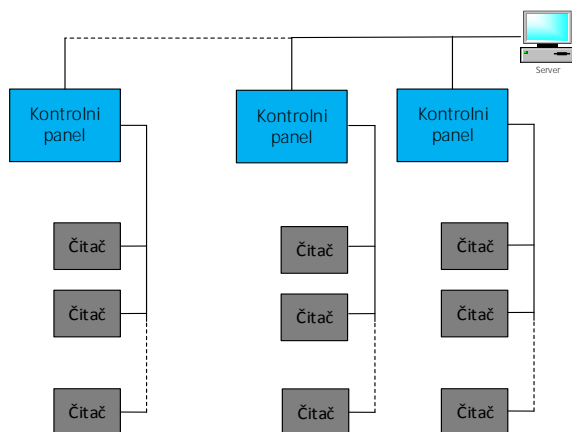
U zavisnosti od implementiranog algoritma sistem može biti manje ili više efikasan robustan i otporan na otkaze. Na primer ukoliko čitač ne može da pristupi svojoj listi akreditiva u slučaju nekog otkaza on može da traži od drugih članova mreže da provere u svojoj listi konkretan zahtev. Na ovaj način, sve dok je mreža funkcionalna, čitač i dalje izvršava svoju funkciju ali sa malo sporijim odzivom.

U slučaju da server nije u funkciji sistem se može konfigurisati tako da neki od čitača u mreži privremeno preuzme ulogu servera. U slučaju kompletnog otkaza u komunikaciji čitači mogu da rade samostalno sa trenutnim stanjem liste akreditiva sve dok se komunikacija ponovo ne uspostavi. Ovaj koncept daje mogućnost za laku konfiguraciju sistema za konkretne primene u zavisnosti od želje korisnika.

Za razliku od IP orijentisanih sistema tradicionalni elektronski sistemi kontrole pristupa su centralizovanog tipa. Kod tradicionalnog sistema obično postoje više grupa čitača koji su povezani na jedan kontrolni panel za svaku grupu.

Na **slici 2.** prikazana je blok šema jednog tradicionalnog sistema za kontrolu pristupa. Svaka pristupna tačka ima čitače koji su posredstvom neke serijske komunikacije povezani na kontrolni panel.

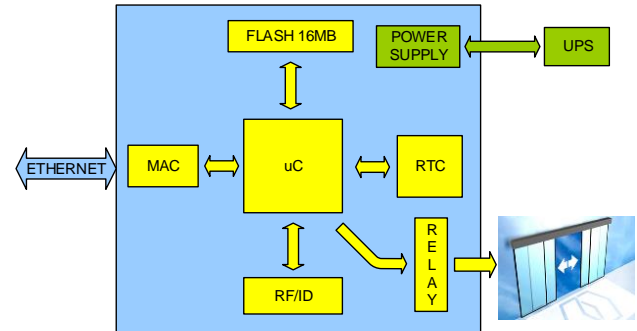
Kontrolni paneli opciono mogu biti povezani na sever. Mana tradicionalnih sistema je komplikovana infrastruktura sa posebnim kablovima za svaku grupu čitača. Ukoliko otkáže kontrolni panel cela grupa čitača postaje nefunkcionalna.



Slika 2. Blok šema tradicionalnog sistema kontrole pristupa

3. OPIS REALIZOVANOG SISTEMA

Osnovni deo IP orijentisanih sistema kontrole pristupa su IP čitači. U okviru izrade projekta razvijeni su novi pametni IP čitači. Na **slici 3.** je prikazana blok šema realizovanog čitača.



Slika 3. Blok šema pametnog čitača sa IP konekcijom

Očitavanje identiteta se vrši pomoću **RFID** kartica na kojoj se nalazi jedinstveni kod. Osim očitavanja identiteta čitači su sposobni da donose odluke o pristupu nezavisno od servera, da otključaju pristupnu tačku, da lokalno skladište podatke o pristupu, da komuniciraju preko HTTP protokola i da ažuriraju firmver preko mreže. Svaki čitač ima lokalnu fleš memoriju u kojoj se nalazi lista akreditiva na osnovu koje se donosi odluka o pristupu.

U istoj memoriji čitač čuva i podatke o pristupu. Čitač ima implementiran TCP-IP stek na osmobitnom mikrokontroler PIC18F87J60 proizvođača „Microchip“. Ovaj kontroler poseduje IEEE 802.3 kompatibilan ethernet modul i predstavlja jeftino i optimalno rešenje za čitač sa IP konekcijom. Kontroler ima 128KB fleš programsku memoriju i ethernet bafer od 8KB [3]. Čitač je sposoban da meri realno vreme pomoću **RTC** modula. Blok **UPS** (eng. Uninterruptible power suply) predstavlja napajanje koje ima rezervnu bateriju. U slučaju nestanka napajanja čitač može da radi neko vreme zahvaljujući bateriji. Na **slici 4.** je prikazana slika jednog realizovanog čitača.



Slika 4. Slika realizovanog pametnog čitača sa IP konekcijom.

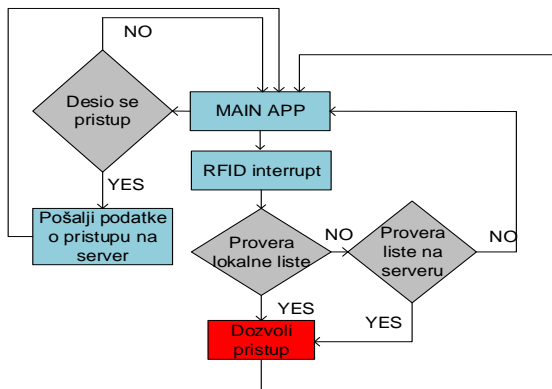
Čitači zajedno sa serverom formiraju mrežu kontrole pristupa. Za čitače je napisana aplikacija i razvijena je

baza podataka na serveru koja čuva podatke sa pristupnih tačaka. Svaki čitač komunicira preko HTTP protokola sa serverom i ponaša se kao HTTP klijent. Komunikacija između čitača nije implementirana.

Komunikaciju sa serverom uvek inicira čitač i to zbog: provere stanja liste, preuzimanja liste akreditiva, zbog provere verzije firmvera, preuzimanja novog firmvera i slanja podataka o pristupima. Za čitač je razvijen i „bootloader“ koji može da učita novi firmver iz eksterne fleš memorije.

Očitavanje identiteta i donošenje odluke o pristupu su funkcije čitača sa najvišim prioriteto. Na slici 5. grafički je prikazan algoritam na osnovu koga čitač donosi odluku o pristupu. Sa **MAIN APP** blokom je označen normalan rad čitača kada nema nikakvih dešavanja. Svaki put kada se desi očitavanje RFID kartice prekida se izvršavanje osnovne aplikacije (MAIN APP) i čitač odmah proverava svoju lokalnu listu akreditiva.

Ukoliko je skenirani kod kartice u listi akreditiva čitač dozvoljava pristup. Ukoliko skenirani kod nije u lokalnoj listi akreditiva čitač šalje kod na server sa zahtevom za proveru. Server zatim proverava kod u svojoj kopiji liste akreditiva. Server nakon provere odgovara čitaču i na osnovu odgovora čitač može da dozvoli pristup ili da se vrati na izvršavanje osnovne aplikacije. Nakon donešene odluke o pristupu čitač šalje podatke o pristupu na server.



Slika 5. Grafički prikaz algoritma na osnovu koga čitač donosi odluku o pristupu.

Ukoliko čitač lokalno ima najnoviju listu akreditiva onda će uvek donositi ispravne odluke u najkraćem roku. Ukoliko lokalna lista na čitaču trenutno nije ažurirana može se desiti da čitač mora da zatraži proveru od servera za određeni zahtev što povećava vreme za donošenje odluke.

Kada ne postoji komunikacija sa serverom onda postoji mogućnost da čitač donese pogrešnu odluku o pristupu u slučaju da nema ažuriranu lokalnu listu. Pri svakoj dozvoli pristupa čitač beleži tačno vreme kada se desio pristup da li je korisnik ušao ili izašao i kod kartice.

Ove podatke čitač šalje na severu koji ih čuva u bazi podataka. Ukoliko ne postoji komunikacija sa serverom čitači mogu da čuvaju i do četrdeset hiljada pristupa. Kada se ponovo uspostavi komunikacija čitači blagovremeno šalju sve podatke o pristupima ka serveru.

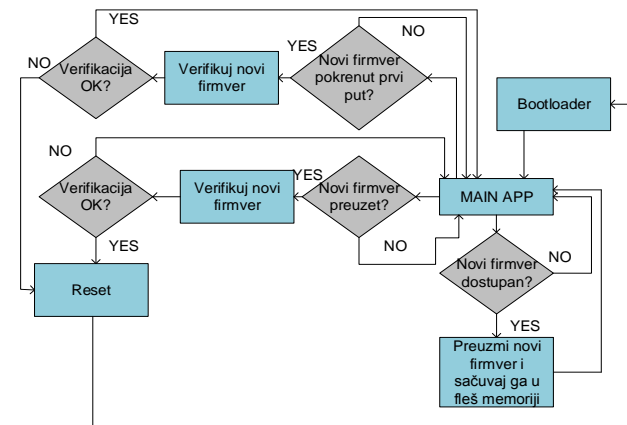
Druga po prioritetu funkcija čitača je ažuriranje lokalne liste akreditiva. Lista akreditiva se formira i edituje na serveru od strane administratora. Kada se nalazi na mreži čitač periodično proverava da li ima promena u listi akreditiva. Ukoliko se lista koja se nalazi na serveru razlikuje od lokalne liste čitača čitač traži od servera da mu pošalje promene u listi.

Treća po prioritetu funkcija čitača je ažuriranje firmvera. Čitač ima mogućnost da od strane servera preuzme novi firmver.

Nakon što čitač dobije novi firmver on se resetuje i učitava novi firmver.

Ova funkcija čitača je kritična i može dovesti do potpunog otkaza ukoliko se slučajno pošalje nefunkcionalan firmver.

Zbog toga je implementirano više nivoa zaštite od učitavanja lošeg firmvera. Na slici 6. je dat grafički prikaz algoritma za ažuriranje firmvera.



Slika 6. Grafički prikaz algoritma na osnovu koga čitač ažurira firmver.

U normalnom radu označenom na slici sa **MAIN APP** čitač periodično proverava da li na serveru postoji novi firmver. Ukoliko postoji novi firmver čitač inicira preuzimanje novog firmvera i upisuje ga u eksternu fleš memoriju. Nakon preuzimanja novog firmvera čitač se vraća na izvršavanje osnovne aplikacije.

Ukoliko je novi firmver preuzet čitač ponovo inicira preuzimanje firmvera ali ovaj put poredi sa kopijom koju ima u ekstenjoj fleš memoriji. Na ovaj način se vrši verifikacija firmvera. Ukoliko je došlo do greške u komunikaciji verifikacija ne prolazi uspešno i čitač nastavlja da izvršava osnovnu aplikaciju. U slučaju da je verifikacija uspešno izvršena čitač se resetuje i aktivira „**Bootlader**“.

Bootlader kopira staru verziju firmvera u eksternu fleš a iz istog učitava novu verziju. Odmah nakon što se nova verzija firmvera prvi put pokrene ponovo inicira preuzimanje firmvera i verifikaciju.

Ukoliko poređenje prođe bez greške čitač nastavlja rad sa novim firmverom. Ukoliko novi firmver ne uspe da verifikuje kopiju firmvera u eksternjoj memoriji on se resetuje i ponovo poziva bootlader. U ovom slučaju bootlader učitava staru verziju firmvera i čitač nastavlja da radi sa starom verzijom.

4. ZAKLJUČAK

IP orijentisani sistemi kontrole pristupa koriste postojeću mrežnu infrastrukturu, jednostavni su i korišćenjem pametnih čitača postaju potpuno autonomni.

Ovakvi sistemi smanjuju troškove administriranja, laki su za korišćenje i lako se mogu prilagoditi za različite primene. S obzirom na to da je IP orijentisan sistem kontrole pristupa organizovan kao mreža procesa, postoji mogućnost razvoja različitih algoritama koji bi poboljšali robusnost sistema kao i otpornost na otkaze.

Opisani sistem je implementiran u okviru sistema za merenje radnog vremena u kompaniji RT-RK. Nakon jednogodišnjeg perioda testiranja, zaključeno je da uređaj zadovoljava zahtevanu specifikaciju.

7. LITERATURA

[1] Smart Card Alliance, Authentication Mechanisms for Physical Access Control, Smart Card Alliance 2009.

[2] Security Industry Association, Physical Access Control System (PACS) in a Federal Identity, Credentialing and Access Management (FICAM) Framework, Security Industry Association Silver Spring, Maryland 2013

[3] PIC18F97J60 data sheet, Microchip Technology Inc., 2011

Kratka biografija:



Mirsad Beljulji rođen je u Prizrenu 1987. god. Diplomski-master rad odbranio je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroelektronika

PROJEKTOVANJE DRAM ĆELIJE U STANDARDNOJ 0.35 μm TEHNOLOGIJI

DESIGN DRAM CELLS IN STANDARD 0:35 μm TECHNOLOGY

Aleksandar Petrić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su prikazane osobine i postupak projektovanja DRAM memorijskih ćelija sa jednim i tri tranzistora u standardnoj 0.35μm CMOS tehnologiji korišćenjem programskog paketa Cadence Design Environment. Prikazani su rezultati simulacija projektovanih kola sa detaljnom diskusijom dobijenih rezultata.

Abstract – Design of single transistor and three transistor DRAM cell in 0.35 μm CMOS process using Cadence Design Environment tools is presented in this paper. Theoretical background is presented to support design process. Circuit functionality is demonstrated by simulation results.

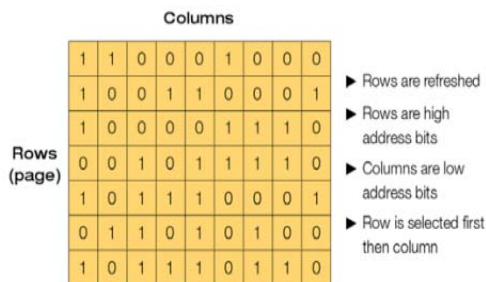
Ključne reči: DRAM, memorijska ćelija, diferencijalni pojačavač stanja, projektovanje integrisanih kola

1. UVOD

Dinamička memorija sa slučajnim pristupom [1] (engl. Dynamic Random-Access Memory, skraćeno DRAM) je tip memorije sa slučajnim pristupom koja čuva svaki bit podataka u odgovarajućoj kapacitivnosti u okviru integrisanog kola.

Arhitektura DRAM jezgra se sastoji od memorijskih ćelija organizovanih u dvodimenzionalne nizove redova i kolona, kao što je prikazano na slici 1 [2]. Pristup određenoj memorijskoj ćeliji zahteva dva koraka. Prvo se mora adresirati željeni red, a zatim i željena kolona u tom redu.

DRAM memorijske ćelije se moraju osvežavati kako bi se izbeglo gubljenje određenih podataka. Trenutno postoji više različitih implementacije DRAM-a, kao što su SDRAM, DDR, DDR2, RAMBUS, DDR3 i DDR5 [3].



Slika 1. Memorijske ćelije DRAM organizovane u dvodimenzionalne nizove redova i kolona [2]

NAPOMENA:

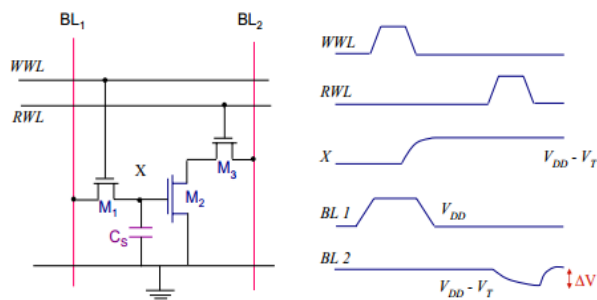
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Damjanović, red. prof.

2. PROJEKTOVANJE DRAM ĆELIJE

Projektovane su DRAM ćelije čija je analiza rada prikazana u nastavku. Dimenzije tranzistora su minimalne odnosno $W/L = 0.40 \mu\text{m}/0.35 \mu\text{m}$. Prilikom projektovanja DRAM ćelije sa jednim tranzistorom kapacitivnost za smeštanje podataka i kapacitivnost bit linije iznose 3 fF.

2.1. DRAM ćelija sa tri tranzistora (3T)

Prva dinamička ćelija je dobijena polazeći od SRAM ćelije sa 4T, eliminacijom otpornika kao i tranzistora koji služe za čuvanje komplementarne vrednosti. Time je dobijena ćelija prikazana na slici 2, tzv. DRAM ćelija sa 3 tranzistora [4].



Slika 2. DRAM ćelija sa 3 tranzistora i odgovarajući signali [4]

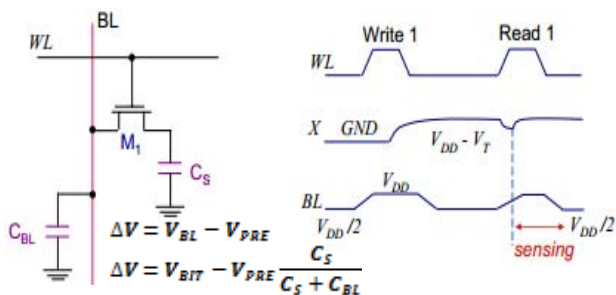
Sadržaj se upisuje u memoriju dovođenjem podatka na bit liniju $BL1$ i aktiviranjem WWL signala (word write line), $WWL=1$. Informacija se čuva u obliku naelektrisanja u kondenzatoru C_S , koji predstavlja kapacitivnost gejt tranzistora $M2$.

Pri čitanju sadržaja iz ćelije, aktivira se $RWL=1$ (read word line), koji čini $M3$ provodnim. U zavisnosti od zapamćene vrednosti, tranzistor $M2$ će biti provodan (za $X=1$) ili neprovodan ($X=0$). Operacija obnavljanja se obično ponavlja u intervalu od 1 ms do 4 ms.

2.2. DRAM ćelija sa jednim tranzistorom (1T)

Ova memorijska ćelija bazira pamćenje informacije na električnom punjenju kondenzatora. Na slici 3 je prikazana ćelija DRAM memorije sa jednim tranzistorom [4]. Tokom ciklusa upisivanja, vrednost podataka se postavlja na BL (bit line), a aktivira se $WL=1$ (word line) i $M1$ vodi. U zavisnosti od vrednosti BL , kondenzator C_S se puni ili prazni preko $M1$.

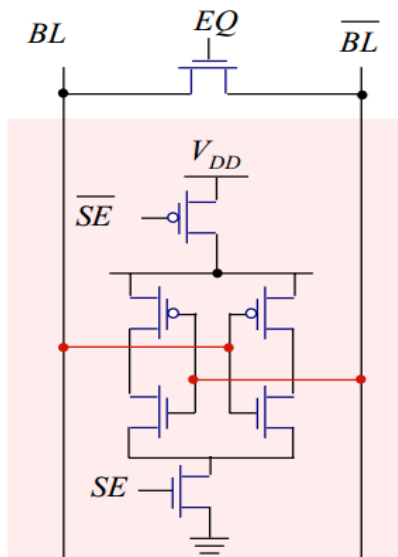
Pre čitanja, na BL se dovodi prednapon V_{PRE} . Nakon aktiviranja $WL=1$, doći će do preraspodele naelektrisanja između kapacitivnosti na BL , C_{BL} , i u ćeliji C_S . Usled toga dolazi do promene napona ΔV na bit liniji BL i formira se nova vrednost V_{BL} . Sa V_{BIT} je označena početna vrednost napona na kapacitivnosti C_S . Obnavljanje sadržaja u ovoj ćeliji je neophodno svakih 2 ms do 4 ms.



Slika 4. DRAM memorijska ćelija sa jednim tranzistorom i odgovarajući signali [4]

1.2. Diferencijalni pojačavač stanja

Na slici 5 je prikazan diferencijalni pojačavač stanja realizovan pomoću leč kola [5]. U ovom kolu se koristi par unakrsno spregnutih invertora kao pojačavač stanja. Da bi se kolo ponašalo prema očekivanjima, flip-flop se postavlja u metastabilnu radnu tačku pri inicijalizaciji, izjednačavanjem napona bit linija BL i \overline{BL} .



Slika 5. Diferencijalni pojačavač stanja realizovan pomoću leč kola [5]

Kada se stvori dovoljno velika naponska razlika, pojačavač stanja se uključuje sa $SE=1$. U zavisnosti od ulaza, unakrsno-spregnuti par odlazi u jedno od stabilnih stanja. Pozitivna povratna sprega ubrzava ovaj proces.

3. REZULTATI SIMULACIJA

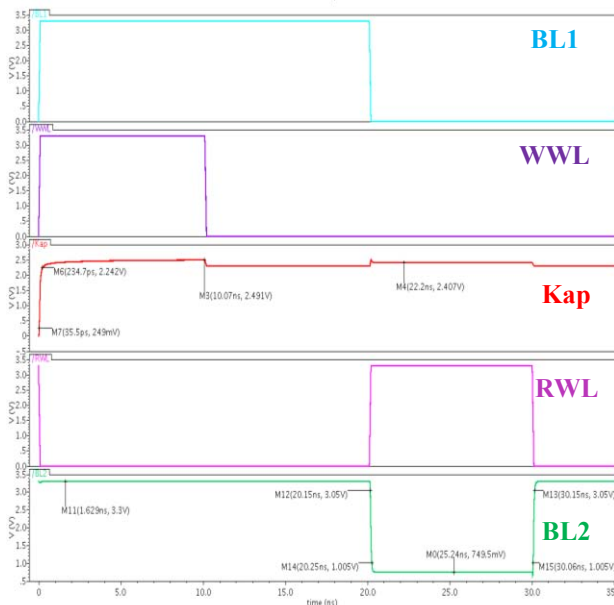
Simulacije su izvršene upotrebom programskog paketa Cadence [6, 7, 8]. Prilikom simulacija signali koji su dovedeni na ulaze imaju vreme porasta i vreme opadanja 100 ps, periodu 10 ns, dok su naponski nivoi 0 V i 3.3 V.

3.1 DRAM memorijska ćelija sa tri tranzistora

Kao opterećenje upotrebljen je PMOS tranzistor dimenzija $W/L=0.40\ \mu\text{m}/0.35\ \mu\text{m}$ sa gejtom vezanim na masu [9].

Na slici 6 prikazani su rezultati simulacija dobijeni za upis i čitanje logičke jedinice.

Prilikom upisa logička jedinica ima vrednost $V_{DD} - V_{TH}$, što odgovara naponu od 2,49 V. Tokom čitanja, na $BL2$ liniji se vidi invertovana vrednost podatka sa $BL1$ linije. Naponska vrednost invertovane jedinice je 0,75 V.



Slika 6. Upis i čitanje logičke jedinice

Na grafiku su postavljeni markeri kako bi se odredilo vreme porasta t_r prilikom punjenja kondenzatora. Vreme porasta predstavlja vreme za koje signal dostigne vrednost od 10 % do 90 % svoje amplitude i ono iznosi

$$t_r = 199,2\ \text{ps} \quad (1)$$

Na isti način izmereno je vreme opadanja t_f kada se kondenzator prazni (slika 7), odnosno vreme za koje signal opadne sa 90 % svoje vrednosti na 10 %:

$$t_f = 40\ \text{ps} \quad (2)$$

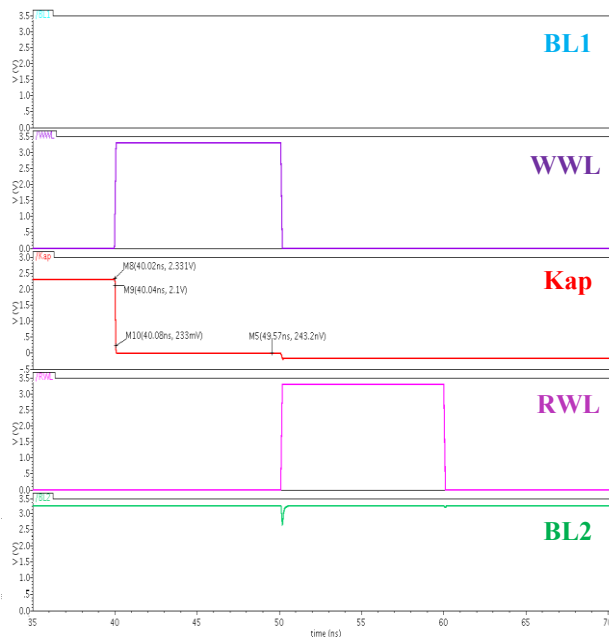
Postavljenjem markera izmereno je vreme porasta i vreme opadanja izlaznog signala. Vreme opadanja iznosi

$$t_f = 100\ \text{ps} \quad (3)$$

Vreme porasta ima vrednost

$$t_r = 90\ \text{ps} \quad (4)$$

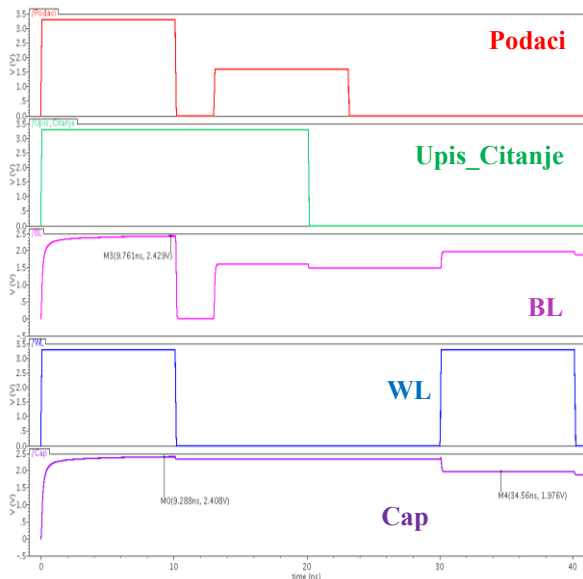
Na slici 7 prikazano je upisivanje i čitanje logičke nule. Može se primetiti da prilikom upisa napon na kondenzatoru iznosi 0 V. Tokom čitanja podataka invertovana nula ima vrednost 3,3 V.



Slika 7. Upisivanje i čitanje logičke nule.

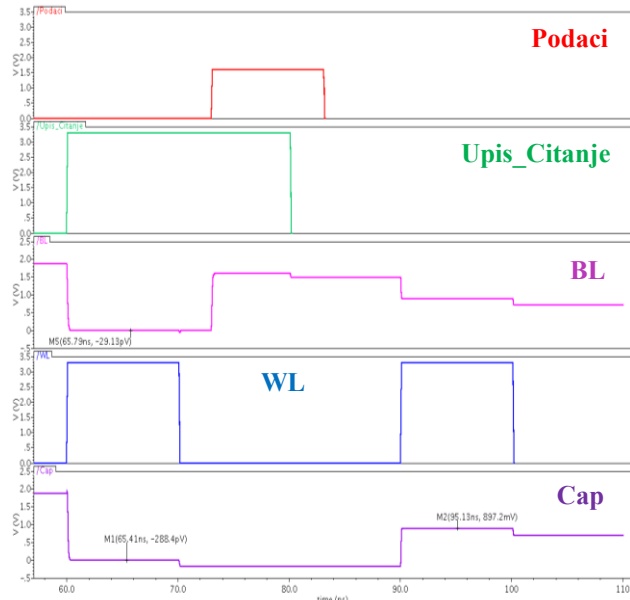
3.2. DRAM memorijska ćelija sa jednim tranzistorom

Na slici 8 prikazani su rezultati simulacija za upisivanje i čitanje logičke jedinice [10]. Napon upisane jedinice u kondenzator iznosi 2,41 V, dok je napon na bit liniji prilikom čitanja jedinice 2,15 V.



Sika 8. Rezultati simulacija za proces upisivanja i čitanja logičke jedinice za 1T DRAM ćeliju

Na slici 9 prikazano je upisivanje i čitanje logičke nule. Napon upisane nule u kondenzator iznosi 0 V, dok je napon na bit liniji prilikom čitanja nule 977,27 mV. Može se zaključiti da je prilikom čitanja jako mala naponska razlika između logičke jedinice i logičke nule. Za projektovano kolo naponska razlika iznosi 1,17 V.

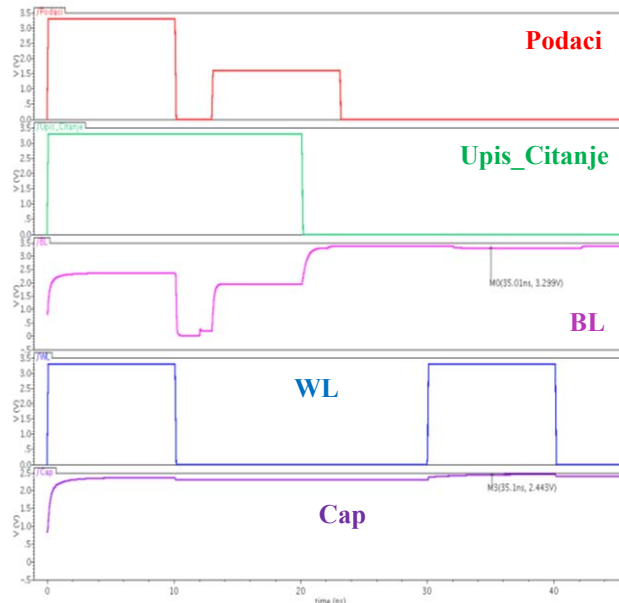


Sika 9. Rezultati simulacija za proces upisivanja i čitanja logičke nule za 1T DRAM ćeliju

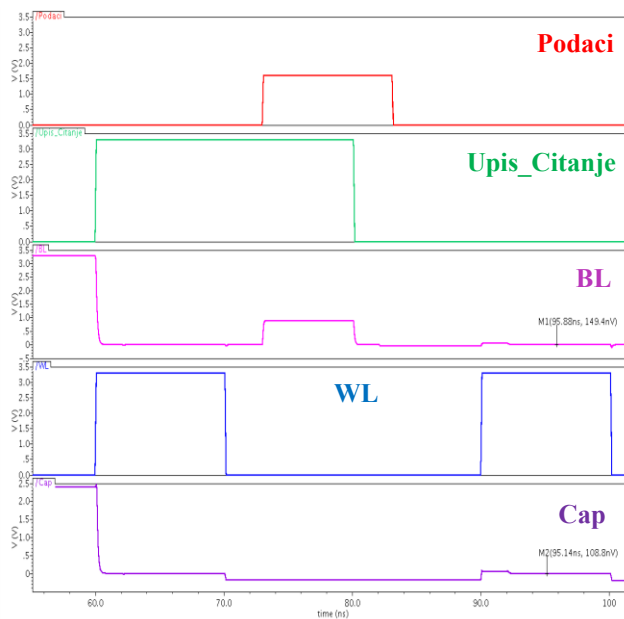
3.3. Primena diferencijalnog pojačavača stanja

Prilikom čitanja podataka iz DRAM ćelije sa jednim tranzistorom naponska razlika između logičke jedinice i logičke nule je jako mala. Kako bi se u daljem radu sa podacima izbegli problemi upotrebljava se diferencijalni pojačavač stanja.

Na slici 10 prikazani su rezultati simulacija za upis i čitanje jedinice, dok su na slici 11 prikazane simulacije za upis i čitanje nule. Prilikom čitanja logička jedinica ima napon 3,3 V, dok nula ima napon 0 V.



Slika 10. Rezultati simulacija za proces upisivanja upis i čitanje jedinice u 1T DRAM sa pojačavačem stanja



Slika 11. Rezultati simulacija za proces upisivanja upis i čitanje nule u 1T DRAM sa pojačavačem stanja

4. DISKUSIJA REZULTATA

Simulaciona provera rezultata potvrdila je teorijsku analizu. Sva projektovana kola rade kola rade ispravno. U tabeli 1 date su karakteristike 3T DRAM ćelije. Dimenzije projektovanih tranzistora su su minimalne, dok su vremena porasta i opdanja ulaznih signala 100 ps.

Tabela 5.1. Karakteristike 3T DRAM ćelije

3T	Upis		Čitanje	
	Log 1	Log 0	Log 1	Log 0
	2,491 V	0 V	0,75 V	3,3 V
$t_r=199,2$ ps	$t_r=40$ ps	$t_r=100$ ps	$t_r=90$ ps	

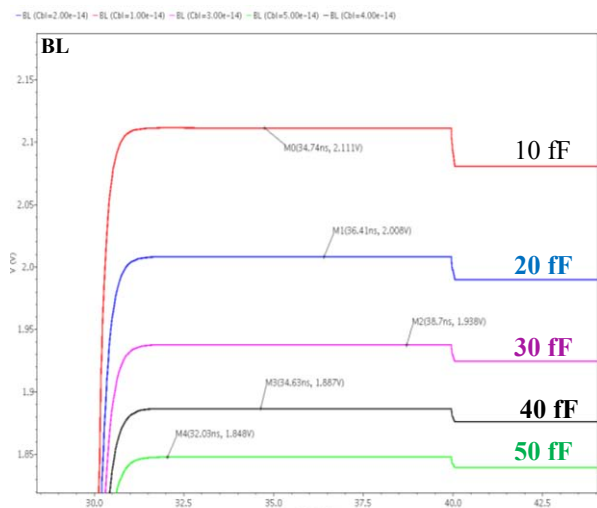
Parametarskom analizom ispitano je ponašanje DRAM ćelije sa jednim tranzistorom za promenu kapacitivnosti na bit liniji i kapacitivnosti kondenzatora za smeštanje podataka.

U simulacijama rada kola, kapacitivnost kondenzatora za čuvanje podataka ima vrednost 30 fF, dok je kapacitivnost bit linije menjana u opsegu od 10 fF do 50 fF.

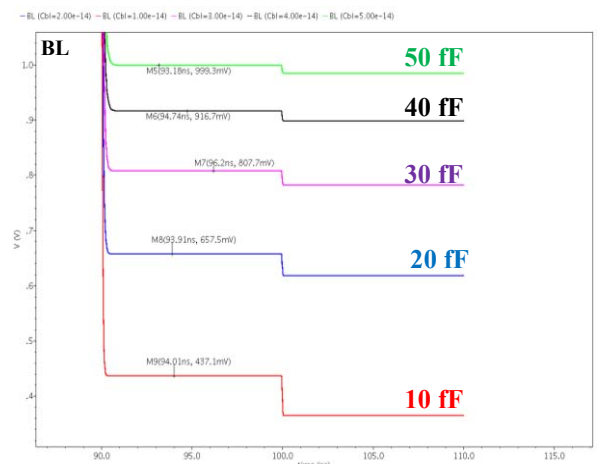
Na slici 12 prikazana je promena napona na bit liniji prilikom čitanja jedinice, dok je na slici 13 prikazano čitanje nule. Iz prikazanih rezultata može se zaključiti da promena kapacitivnosti bit linije utiče na naponske nivoe logičke jedinice i logičke nule prilikom čitanja, i karakteristična vremena. U tabeli 2 date su karakteristike 1T DRAM ćelije prilikom operacije čitanja. Može se zaključiti da diferencijalni pojačavač stanja značajno doprinosi brzini čitanja podataka.

Tabela 2. Karakteristike 1T DRAM ćelije

1T DRAM	Čitanje			
	Log 1	Log 0	t_r	t_f
10 fF	2,111 V	437,1 mV	433,2 ps	102,7 ps
20 fF	2,008 V	657,5 mV	454,2 ps	153,0 ps
30 fF	1,938 V	807,7 mV	469,5 ps	205,0 ps
40 fF	1,887 V	916,7 mV	472,5 ps	220,0 ps
50 fF	1,848 V	999,3 mV	510,6 ps	245,0 ps



Slika 12. Naponski nivoi na BL liniji tokom čitanja logičke jedinice za različite vrednosti kapacitivnosti C_{BL}



Slika 13. Naponski nivoi na BL liniji tokom čitanja logičke nule za različite vrednosti kapacitivnosti C_{BL}

3. ZAKLJUČAK

3T DRAM ćelija ima veliku brzinu upisa, kao i veliku brzinu čitanja. Karakteristična vremena za operaciju čitanja imaju vrednost $t_f=100$ ps i $t_r=90$ ps. Signal koji se čita ima invertovane vrednosti, pa je dobijanje pravih vrednosti potreban dodatni inverter.

1T DRAM ćelija ima dosta manju brzinu čitanja. Pored toga prilikom čitanja naponska razlika između logičke nule i logičke jedinice je jako mala. Za osnovnu konfiguraciju logička jedinica ima vredost 2,15 V, a logička nula 977,27 mV. Iz tog razloga za 1T DRAM je neophodan pojačavač stanja. Na taj način takođe se povećava i brzina čitanja. Iščitavanje kod 1T DRAM-a je destruktivno.

Rad bi se mogao proširiti pravljjenjem memorijskog bloka i posmatranjem uticaja veće kapacitivnosti bit linije.

LITERATURA

- [1] Dr Predrag Petrović: "Impulsna i digitalna elektronika", Univerzitet u Kragujevcu, 2005.
- [2] David Tawei Wang (Series Editors): „Modern DRAM memory systems, Performance analysis and high performance, power-constrained DRAM shheduling algorithm”, PhD thesis, University of Maryland, 2005.
- [3] Mark Balch: "Complete Digital Design: A Comprehensive Guide to Digital Electronics and Computer System Architecture", McGraw Hill, New York, 2003
- [4] <http://docencia.ac.upc.edu/master/MIRI/NCD/docs/04-Memory%20Structures-2.pdf>
- [5] Jacob Baker: "CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, 3rd ed.", Chapter 16: Memory Circuits, IEEE Series on Microelectronic Systems, 2010.
- [6] Antonio J. Lopez Martin, "Tutorial Cadence design environment" New Mexico State University, October 2002
- [7] Vasa Radonić: "Projektovanje elektronski kola u Cadence radnom okruženju kroz primere", Univerzitet u Novom Sadu, 2006.
- [8] Vladan Desnica: "Projektovanje elektronskih kola pomoću računara", Univerzitetski udžbenik, broj knjige 185, Fakultet tehničkih nauka, 2007.
- [9] Shyam Akashe, "Analysis of power in 3T DRAM and 4T DRAM Cell design for different Technology", *IEEE Journal of Solid. State Circuits*, vol. 12, pp. 18-21, 2012
- [10] Vidya P, Vinitha K, Sharanya A, Sanjoy D.: "Design and Comparative Performance Analysis of 1-T DRAM Cell with Nanoscale SOI and MOS Structures", *International Journal of Advanced Electrical and Electronics Engineering (IJAEED)*, vol. 2, pp. 113-116, 2013

Kratka biografija:



Aleksandar Petrić rođen je u Sremskoj Mitrovici 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva, smer Mikroelektronika odbranio je 2016.god.

JAVASCRIPT OKRUŽEЊE ЗА РАД СА ВЕШТАЧКИМ НЕУРОНСКИМ МРЕЖАМА
БАЗИРАНО НА ГРАФУ ИЗРАЧУНАВАЊАJAVASCRIPT FRAMEWORK FOR ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS
BASED ON THE COMPUTATIONAL GRAPH

Мирослав Кондић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Oblast – Elektrotehnika i računarstvo

Кратак садржај – У овом раду описана је имплементација окружења за рад са вештачким неуронским мрежама. Окружење је имплементирано у ЈаваСкрипт програмском језику, а базирано је на графу израчунавања.

Кључне речи: вештачке неуронске мреже, граф израчунавања, JavaScript.

Abstract – In this paper is present the formal specification and implmentation of the JavaScript framework for artifical neural networks. Implementation is based on the computational graph

Key words: Artificial neural networks, computational graph,, JavaScript

1. УВОД

Вештачке неуронске мреже се последњих година веома успешно примењују у различитим сегментима живота. Захваљујући својим предностима, вештачке неуронске мреже су постале незаобилазан алта у решавању сложених проблема који се јављају у различитима доменима, као што су медицина, економија, спорт, саобраћај, али и многе друге области.

Ширење популарности вештачких неуронских мрежа у различитим областима примене, довело је до чињенице да све већи број људи из тих области је почео да упознаје предности вештачких неуронских мрежа. Међутим, људи из економије или саобраћаја нису претерано упознати са теоријским основама вештачких неуронских мрежа, а ни са самим појмовима програмирања.

Управо због потребе таквих стручњака развијани су алати и окружења за лакшу имплементацију и употребу вештачких неуронских мрежа. Међутим, већина алата и окружења захтева снимање додатних програма и посебно подешавање рачунара.

У раду је извршено формална спецификација и имплементација радног окружења за рад са неуронским мрежама. Имплементација је базирана на графу израчунавања, а за саму имплементацију је употребљен ЈаваСкрипт програмски језик.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Ђорђе Обрадовић, доцент.

Окружење је првенствено имплементирано као средство за едукацију, а не као решење које може имати комерцијалну употребу. Како је имплементирано у ЈаваСкрипт програмском језику, не захтева никаква додатна подешавања уређаја на ком се користи, него се извршава у претраживачу самог уређаја. Већина данашњих мобилних уређаја поседује веб претраживач, тако да је могућност примене самог окружења велика.

2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

У овом поглављу је дат опис свих теоријских концепата чије разумевање је неопходно како би се пратила проблематика рада, као и принципи функционисања коначног решења. У првом делу су дате теоријске основе вештачких неуронских мрежа. У другом делу је описан програмског језик ЈаваСкрипт.

2.1. Вештачке неуронске мреже

Вештачка неуронска мрежа (ВНМ, енг. Artificial Neural Network – ANN) у ширем смислу речи представља вештачку реплику људског мозга којом се настоји симулирати поступак учења. Важно је напоменути да су вештачке неуронске мреже само груба апроксимација биолошких неуронских мрежа.

Вештачке неуронске мреже су типично дизајниране тако да мапирају нелинеарно неки скуп улаза на неки скуп излаза. Формална математичка представа вештачке неуронске мреже је представљена следећом функцијом:

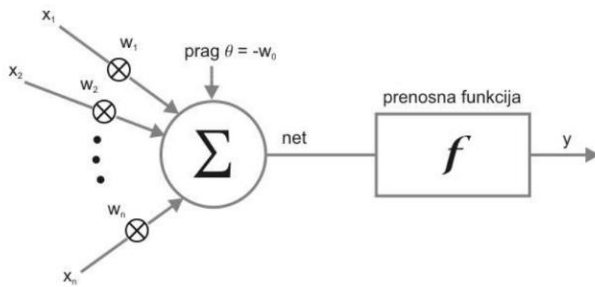
$$f_{ANN}: R^l \rightarrow R^k.$$

Због чињенице да се неуронске мреже састоје од великог броја повезаних чворова, од којих сваки врши неко рачунање, ВНМ представљају врло ефикасно и врло моћно рачунско средство. Поред ове чињенице, оваква архитектура повећава и отпорност на отказе. Вештачке неуронске мреже углавном служе за решавање проблема класификације и предвиђања, тј. проблема код којих постоји однос између улазних и излазних променљивих, без обзира на високу сложеност те везе, односно нелинеарност. Данас, неуронске мреже се примењују у различитим сегментима живота попут медицине, геологије, физике, банкарства и сл.

Функционалност биолошког неурона моделира McCulloch-Pitts-ов вештачки неурон, тзв. *Threshold Logic Unit* (ТЛУ) [1]. Модел се базира следећој

аналогии: сигнали су описани нумеричком вредношћу и на улазу у неурон се множе тежинским фактором који описује „снагу“ синапсе. Сигнали помножени тежинским факторима затим се сумирају аналогно сумирању потенцијала у телу ћелије биолошког неурона, па ако је добијени износ изнад дефинисаног прага активације неурон даје излазни сигнал.

У општем случају, вештачки неурон уместо функције прага може имати и неку другу функцију, тзв. преносну функцију (трансфер функција, активациона функција). Општи модел вештачког неурона приказан је на слици.



Слика 2.1 McCulloch-Pitts-ов модел неурона

Улазне сигнале, њих укупно n , означавамо са x_1, x_2, \dots, x_n . Тежине означавамо са w_1, w_2, \dots, w_n . Општа формула гласи:

$$net = w_0x_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n = \sum_{i=0}^n w_i x_i$$

Основни проблем обучавања вишеслојне мреже представља чињеница да је циљна вредност позната само у излазном слоју вештачке неуронске мреже. Алгоритам треба аутоматски да подеси и тежине на скривеним слојевима по истом минимизационом критеријуму. Такво својство има управо *back-propagation* алгоритам [2].

Први корак алгоритма подразумева формирање обучавајућег скупа којим ће бити вршено обучавање ВНМ. Затим је потребно је формирати вештачку неуронску мрежу са улазним слојем неурона, излазним слојем неурона, скривеним слојевима неурона и тежинама на везама између њих. У даљем тексту ће бити вршено обучавање ВНМ са једним скривеним слојем (двослојна мрежа). На крају описа *back-propagation* алгоритма за пример двослојне мреже, биће дато његово уопштење за обучавање неуронских мрежа која садрже више скривених слојева неурона. Након формирања вештачке неуронске мрежеврши се постављање почетних вредности тежина на везама између неурона. Избор почетних вредности тежина је описан у претходном поглављу. Такође, потребно је одабрати функције грешке $E(w_{ij})$, као и брзину обучавања η . Други корак алгоритма подразумева постављање улазног вектора података, који се формира на основу података из обучавајућег скупа, на улаз неуронске мреже. У трећем кораку алгоритма се врши израчунавање излаза из неуронске мреже. Излаз из двослојне мреже је дат следећом формулом [3]:

$$out_k^{(2)} = f \left(\sum_j out_j^{(1)} \cdot w_{jk}^{(2)} \right) = f \left(\sum_j f \left(\sum_i in_i w_{ij}^{(1)} \right) \cdot w_{jk}^{(2)} \right)$$

Када се изврши рачунање излаза неуронске мреже, могуће је израчунати и грешке у излазном слоју. Даљи кораци алгоритма подразумевају рачунање утицаја грешака у скривеним слојевима. Грешке у скривеним слојевима зависе од разлика у излазном слоју. Цео процес корекције тежина се одвија по угледу на процесе у теорији метода оптимизације. Због тога је потребно наћи оптимуме функције грешке, и промене у излазном слоју. То се постиже тражењем парцијалних извода. За решавање проблема оптимизације, користи се оптимизациони алгоритам првог реда, а то је алгоритам опадајућег градијента (енг. *gradient descent*). Како вештачке неуронске мреже могу имати велики број тежина, што значи и велики број параметара за оптимизацију, алгоритам обучавања може захтевати доста времена. Алгоритам обучавања се може додатно унапредити како би се убрзао процес конвергенције и спречила појава подбацавања.

2.2. JavaScript

ЈаваСкрипт (енг. *JavaScript*) није компајлиран језик. Представља комбинацију више различитих програмских парадигми. Првенствено је познат као скрипт језик за веб странице, али у последње време све више се користи у окружењима која нису веб претраживачи. Примери таквих окружења су NodeJS и Apache CouchDB. ЈС је прототиповима базиран, динамичан програмски језик који подржава објектно оријентисани и декларативни, тачније функционални, стил писања програма. Програми писани у ЈаваСкрипу се извршавају на клијентској страни, тако да се користи за контролу понашања веб страница. [4]

ЈаваСкрипт је такође вођен догађајима, што значи да може да одговори на одређене догађаје или „ствари које се дешавају”, као што је кликтање мишем или измена текста унутар поља обрасца. Повезивање ЈаваСкрипта са неким догађајем је кључно за већину ситуација у којима се користи овај језик. ЈаваСкрипт програми се интегришу у веб странице помоћу `<script>` ознаке у самом ХТМЛ-у (енг. *HTML - Hypertext Markup Language*). Скрипт ознака се може налазити између `<head>` и/или `<body>` ознака веб странице, у зависноти од намене самог ЈаваСкрипт кода.

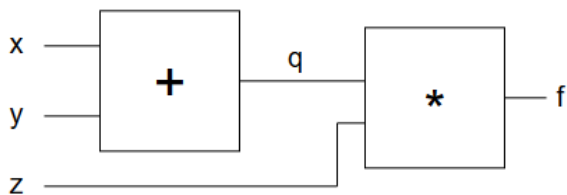
ЈаваСкрипт представљена је словом J у акрониму AJAX - асинхрони ЈаваСкрипт и ХМЛ (енг. *Asynchronous JavaScript and XML*), љубимац веб 2.0 феномена. Међутим, изван тога, ЈаваСкрипт је свакодневни језик који обезбеђује очекивану интерактивност, можда чак и захтевану од стране данашњих посетилаца вебa. ЈаваСкрипт може да извршава бројне задатке на клијентској страни апликације. На пример, може да додаје потребну интерактивност на веб локацији креирањем падајућих менија, трансформисањем текста на страни,

додавањем динамичких елемената на страну и пружањем помоћи при уносу обрасца.

3. ГРАФ ИЗРАЧУНАВАЊА

Теорија графова је област математике, веома заступљена и у информатици, чија је област истраживање особина графова. Неформално говорећи, графови су састављени од тачака, односно чворова (врхова), и линија међу њима, односно грана. Веома је честа употреба графова за опис модела или структура података. Граф израчунавања (енг. *Computational graph*) представља репрезентацију композитне функције као мрежу повезаних чворова, где сваки чвор представља математичку операцију или функцију. [5] Ради лакшег разумевања, принципи рада графа израчунавања су објашњени на једноставнијем примеру.

За функцију $f(x, y, z) = (x + y) \cdot z$, потребно је израчунати парцијалне изводе: $\frac{\partial f}{\partial x}$, $\frac{\partial f}{\partial y}$ и $\frac{\partial f}{\partial z}$. Парцијалне изводе можемо да израчунамо на два начина: нумерички и аналитички.



Слика 3.1: Граф израчунавања за функцију $f(x, y, z)$

Граф израчунавања је описан са два чвора: сабирач и множач. Сабирач као улазне вредности узима x и y , а као резултат даје q које представља збир улаза. Множач даје коначну вредност функције као производ излаза сабирача q и вредности z . На основу овога, оригиналну функцију f можемо да запишемо на следећи начин:

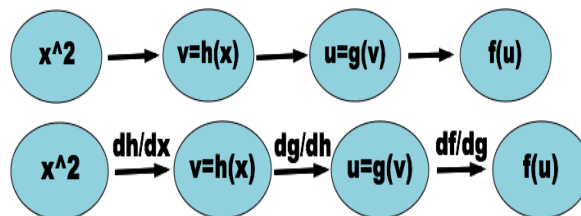
$$q = x + y,$$

а сама функција сада изледа $f = q \cdot z$.

Функција f је представљена као функција две променљиве и лако можемо да израчунамо парцијалне изводе. Парцијални изводи по q и z су:

$$\frac{\partial f}{\partial q} = z, \quad \frac{\partial f}{\partial z} = q = x + y$$

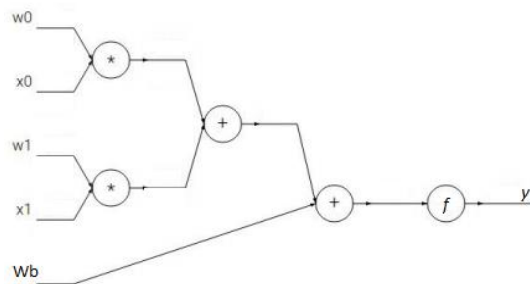
Да би смо израчунали парцијалне вредности за x и y потребно је да применимо правило уланчавања (енг. *chain rule*). Правило уланчавања је процес за аналитичко рачунање извода композитних функција. Композитне функције представљају функције других функција, као нпр. композитна функција $g, g(h(x))$. За правило израчунавања је потребно израчунати извод сваког чвора у графу појединачно. На слици 3.2 су представљени граф и изводи сваког чвора у графу.



Слика 3.2 Граф израчунавања и изводи чворова

3.1 Представљање ВНМ путем графа

Функција која описује модел вештачког неурона је комплексна функција, па се њеном декомпозицијом могу представити сви елементи графа израчунавања потребног за опис неурона. Сваки пар улаз – тежина се може представити у графу као један елемент са два улаза, а који као излаз представља њихов производ. Сума свих производа улаз – тежина се може представити као елемент који има онолико улаза колико има парова улаз – тежина, док излаз представља сам резултат сабирања. Активациона функција, без обзира о којој активационој функцији је реч, се може представити као елемент са једним улазом и једним излазом, где је излаз резултат активационе функције. Графичка репрезентација вештачког неурона са два улаза помоћу графа израчунавања је приказан на слици 3.3.



Слика 3.3. Вештачки неурон са 2 улаза представљен помоћу графа израчунавања

Процес обучавања оваквог вештачког неурона се своди на насумичну иницијализацију тежина, а затим применом алгорита опадајућег градијента се коригују тежине како би грешка постала што је могуће мања. За рачунање парцијалних извода, користи се правило уланчавања. Како је циљ обучавања ВНМ, обучити све тежине свих неурона у мрежи, овим је имплицитно описан и сам процес обучавања вештачке неуронске мреже.

Након што је представљен вештачки неурон, лако можемо описати и остале делове неуронске мреже. Сваки слој неуронске мреже се састоји од једног или више неурона, с тим да неуроне можемо посматрати као црне кутије, не гледајући унутрашњост неурона. Ограничење приликом прављења једног слоја је да сваки неурон у слоју мора имати онолико улаза колико улаза има сам слој. Број излаза из слоја једнак је броју неурона у слоју.

За даље формирање ВНМ можемо додати још слојева, који су међусобно повезани.

Захваљујући томе што је процес обучавања локални процес, све што је потребно да знамо за обучавање неуронске мреже јесте какав резултат даје сваки елемент у графу на основу улаза – пролаз унапред (енг. *forward pass*) и како на основу излазног градијента елемента и локалног градијента израчунати градијенте улаза – пролаз уназад (енг. *backward pass*).

4. ВЕРИФИКАЦИЈА

За верификацију рада окружења одабрана су два скупа података који представљају различите типове проблема. Први скуп података се односи на одређивање квалитета вина и спада у класификационе типове проблема, док други скуп података приказује излазност на изборе у САД и спада у регресиони тип проблема. Верификација тачности рада система је демонстрирана над оба скупа. За сваки скуп су представљене две различите архитектуре вештачке неуронске мреже као и поређење самих архитектура по перформансама и критеријуму тачности.

Тачност добијена на скупу података квалитета вина је 60.36 % и не одступа од тачности добијене на основу исте архитектуре у другим алатима. Међутим, главни проблем и даље остаје небалансираност класа. Стога је овај пример добар показатељ како квалитет модела може да зависи од количине података.

Перформансе окружења су стављене у други план, јер је првенствена намена окружења у едукативне сврхе, а не за професионалну употребу.

5. ЗАКЉУЧАК

У раду је приказано окружење за рад са вештачким неуронским мрежама базирано на графу израчунавања. Окружење је имплементирано као веб апликација уз ослонац на ЈаваСкрипт програмски језик.

Овакав начин имплементације даје флексибилност окружењу јер се може користити на различитим платформама, било да је то мобилни телефон, таблет или рачунар, без додатног подешавања самог уређаја или снимања додатних алата.

Првенствена намена окружења јесте у едукативне сврхе, како би се почетници, на што лакши начин, упознали са предностима које вештачке неуронске мреже нуде. Корисник, кроз једноставан графички кориснички интерфејс учитава скуп података за обраду, конструише архитектуру неуронске мреже и бира параметре обучавања.

Корисник може да бира различите вредности активационих функција сваког слоја у зависности од проблема који жели да реши. Након обучавања на графику се приказује вредност грешке кроз епохе обучавања.

Имплементација система је базирана на графу израчунавања, што корисницима, који имају програмерске вештине, омогућава да једноставније разумеју саму имплементацију. Окружење садржи додатна два подсистема. Један систем служи за спречавање преобучености ВНМ – регуларизација. Други систем служи за предпроцесирање података, а унутар њега је имплементирана нормализација атрибута скупа података.

Вештачка неуронска мрежа се обучава помоћу алгорита са пропацијом сигнала у назад (*back-propagation* алгоритам), уз ослонаца на оптимизациони алгоритам опадајућег градијента. Процес обучавања је додатно убрзан употребом моментума како би се постигла бржа конвергенција ка минимуму оптимизационе функције.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] W. Pitts / W. McCulloch, „A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous,” 1943.
- [2] B. Dalbelo Bašić, M. Čupić / J. Šnajder, „Umjetne neuronske mreže,” Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2008.
- [3] Đ. Obradović, „Nastavni materijali iz predmeta "Osnovi računarske inteligencije",“ Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014.
- [4] [На мрежи]. доступно: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Introduction_to_Object-Oriented_JavaScript.
- [5] Lj. Nedović, „Grafovi,” 2013.

Кратка биографија:



Мирослав Кондић рођен је у Новом Саду 1992. године. Основне академске студије је завршио 2015. године, затим уписује мастер студије на Факултету техничких наука, усмерење Интелигенти системи. Мастер рад из области вештачке интелигенције, вештачке неуронске мреже, одбранио је 2016. год.

**REACT NATIVE OKVIR ZA RAZVOJ MOBILNIH APLIKACIJA
REACT NATIVE MOBILE APP DEVELOPMENT FRAMEWORK**Norbert Nemet, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Apstrakt – U ovom radu je predstavljena mobilna aplikacija koja prikazuje raspored televizijskih kanala. Implementirana je na dva načina, u matičnom Android okruženju i u React Native okruženju. Pri tome se vodilo računa da funkcije i izgled aplikacija budu što je moguće sličnije. Na osnovu toga su analizirane prednosti i mane jednog i drugog okruženja za razvoj mobilnih aplikacija.

Abstract – This paper presents an application which displays television schedule. The application was implemented in native Android environment and in React Native environment. The functionality and the appearance of the native application was as similar as possible to the functionality and the appearance of the React Native application. Those applications were used as a case study to analyse the advantages and the disadvantages of both mobile app development environments.

Ključne reči: mobilne aplikacije, Android, React Native

1. UVOD

U ovom radu predstavljene su dve implementacije jedne mobilne aplikacije (sa istim funkcionalnim zahtevima). Prva aplikacija je implementirana na Android platformi, dok je druga aplikacija implementirana pomoću React Native okvira za razvoj mobilnih aplikacija. Cilj rada je da se analiziraju prednosti i mane jednog i drugog okruženja, kao i da se vidi u kojim slučajevima React Native predstavlja alternativu za razvoj mobilnih aplikacija.

Aplikacija prikazuje raspored domaćih televizijskih kanala za period od 7 dana. Prvo je implementirana u matičnom okruženju - u Java programskom jeziku uz oslonac na Android SDK za Android platformu. Zatim je implementirana pretežno u JavaScript programskom jeziku za React Native platformu. Pri tome se vodilo računa da izgled i funkcije budu što je moguće sličnije izgledu i funkcijama matične aplikacije. Oba rešenja komuniciraju sa serverom koji je implementiran uz oslonac na Spring Framework. On koristi Jsoup biblioteku za parsiranje podataka, koji se posle čuvaju u MySQL sistemu za upravljanje bazom podataka.

U drugom poglavlju je opisana arhitektura Android platforme i detaljnije je predstavljena React Native platforma. U trećem poglavlju je specificiran sistem. Dati su osnovni funkcionalni zahtevi i opisani su entiteti modela podataka i njihova svojstva.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Gostojić, docent.

Softverska arhitektura sistema specificirana je sa dijagramom rasporeda i prikazan je dijagram sekvenci za dodavanje alarma i pregleda programa koji specificira interakcije između objekata. Četvrto poglavlje je posvećeno opisu implementacije sistema. Peto poglavlje je demonstracija aplikacije. Šesto poglavlje analizira prednosti i mane React Native platforme u odnosu na Android platformu.

2. ANDROID I REACT NATIVE

Android je operativni sistem zasnovan na Linuks jezgru, prvenstveno dizajniran za mobilne uređaje sa ekranom osetljivim na dodir. Otvorenog je izvornog koda i dostupan pod Apache licencom koja dopušta slobodnu izmenu i distribuciju softvera od strane proizvođača uređaja, telekomunikacionih operatera i programera.

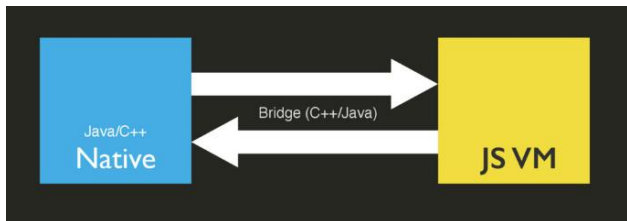
React Native je JavaScript okvir za razvoj matičnih Android i iOS aplikacija. Bazira se na Facebook-ovom React okviru, JavaScript biblioteci za izgradnju korisničkih interfejsa, ali umesto veb browsera cilja mobilne platforme. React Native je otvorenog koda i hostovan je na GitHub-u.

Arhitektura Android sistema se sastoji od 5 glavnih delova, koji su podeljeni u 4 sloja. Aplikativni sloj obuhvata sve ugrađene aplikacije, kao što su kontakti, browser, igrice, itd. Aplikativni okvir je skup servisa koje zajedno čine okruženje koje koristi aplikativni softver. Sloj biblioteka sadrži biblioteke koje su specifične za Android. Ove biblioteke obezbeđuju glavne funkcionalnosti Android sistema. U ovom sloju se pored biblioteka nalazi i Android izvršno okruženje. Sastoji se od Dalvik virtualne mašine i od Java biblioteka. Linux jezgro sadrži drajvere različitih hardverskih komponenti Android uređaja, kao što su kamera, ekran, USB, WI-Fi, itd.

Komponente su osnovni gradivni elementi Android aplikacije. Dele se na aktivnosti, servise, dobavljače sadržaja i prijemnike poruka. Aktivnost je komponenta Android aplikacije koja predstavlja „ekran” preko koga korisnik može da intereaguje sa aplikacijom. Servis je komponenta koja obavlja dugotrajne operacije u pozadini aplikacije. Dobavljači sadržaja upravljaju pristupom strukturiranim podacima. Enkapsuliraju podatke i obezbeđuju mehanizme za definisanje zaštite podataka [1]. Prijemnici poruka su komponente koje reaguju na broadcast poruke. Poruke mogu poticati od sistema ili od drugih aplikacija.

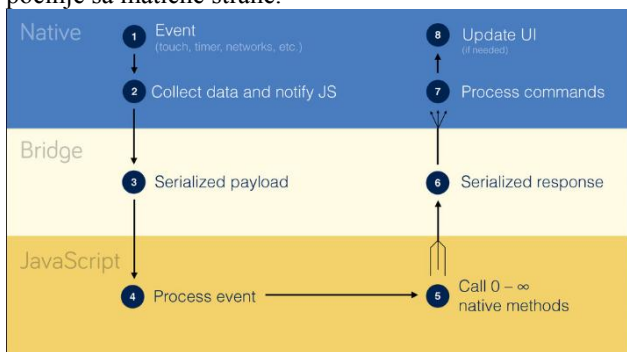
React Native se bazira na React-u. React optimizuje performanse tako što izoluje programera od DOM-a tako što mu omogućava da menja virtualni DOM dok se React izvršno okruženje brine o optimizaciji i ažuriranju

fizičkog DOM-a. React Native radi slično. Programer modifikuje virtuelni DOM, ali se renderovanje vrši na komponentama grafičkog korisničkog interfejsa mobilnog uređaja [2]. Sve ovo se odvija preko optimizovanog asinhronog “mosta” koji se vidi na slici 1.



Slika 1 - Prikaz asinhronog mosta React Native sistema [3]

Asinhroni most se nalazi između JavaScript i matičnog koda i omogućava njihovu komunikaciju. Ta komunikacija je asinhrona. Asinhroni most je razvijen u C++ programskom jeziku. Slika 2 prikazuje tok događaja u ovom sistemu. Treba napomenuti da komunikacija uvek počinje sa matične strane.



Slika 2 - Prikaz toka događaja [4]

Tok se sastoji od sledećih koraka:

- 1- događaj se registruje u matičnom delu aplikacije (događaji su unosi korisnika, dodiri, zahtevi/odgovori preko mreže, itd.),
- 2- prikupljaju se podaci o događaju i obaveštava se JavaScript okvir (funkcija koja to radi je asinhrona),
- 3- podaci se serijalizuju i šalju preko mosta JavaScript okviru (za serijalizaciju se koristi JSON),
- 4- JavaScript okvir preuzima podatke i obrađuje događaj
- 5- JavaScript okvir poziva listu matičnih operacija,
- 6- most serijalizuje odgovor i šalje ga matičnom delu aplikacije,
- 7- matični deo aplikacije ograđuje povratne vrednosti i
- 8- ažurira se grafički korisnički interfejs (ako je potrebno) [4].

Komponente su gradivni elementi grafičkog korisničkog interfejsa. React Native upravlja mapiranjem JavaScript komponenta na komponente matičnog interfejsa (koji se renderuje). Ceo korisnički interfejs je specificiran tako što se deklariraju komponente koje će biti renderovane i njihov raspored. Komponente su smeštene unutar drugih komponenti, formirajući tako strukturu stabla. Neki od glavnih vrsta komponenti su: View, Text i ListView.

Za deklarisanje komponenti se koristi JSX. JSX je sintaksno proširenje JavaScript-a koje liči na XML. JSX je skraćeni zapis korišćenja `React.createElement` metode. Koncizniji je, jednostavniji za čitanje i vizuelno

izgleda kao generisani korisnički interfejs (oba liče na stablo).

React Native koristi JavaScript StyleSheet objekte umesto CSS-a za specifikaciju stilova elemenata GUI-a. Sintaksa je slična CSS sintaksi i nudi podskup CSS selektora.

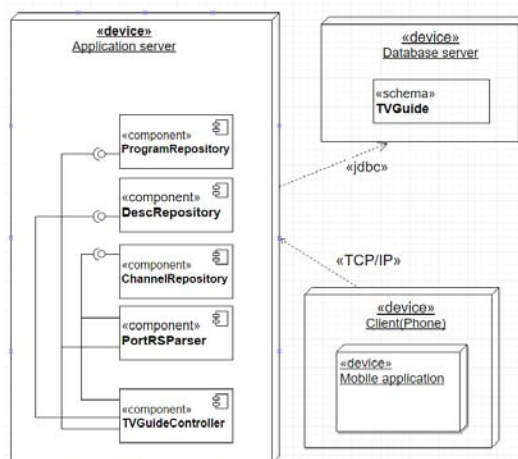
3. SPECIFIKACIJA SISTEMA

U ovom poglavlju analizirani su funkcionalni zahtevi sistema i specificiran je njegov dizajn.

Sistem treba da se sastoji od tri dela: mobilne aplikacije, baze podataka i veb servera. Mobilna aplikacija treba da omogući prikaz programa za određeni kanal i datum. Pored ovoga potrebno je da podrži funkcije za prikaz kanala; prikaz, dodavanje i brisanje omiljenih kanala; idodavanje, prikaz i brisanje alarma. Veb server treba da vrši parsiranje spoljašnje veb stranice i čuva dobijene podatke u bazi podataka. Inicijalizacija i brisanje podataka treba da se vrši ručno. Komunikacija između mobilne aplikacije i veb servera treba da bude preko HTTP protokola.

Model podataka aplikacije se sastoji od 3 entiteta: channel, program i description. Entiteti channel i program su spojeni vezom kardinaliteta jedan prema više. Između entiteta programa i description postoji veza kardinaliteta jedan prema jedan. Svojstva (obeležja) channel entiteta su sledeća: `channel_id` (BI, PK), `channel_day` (DATE), `channel_code` (VC), `channel_name` (VC). Obeležja program entiteta su: `program_id` (BI, PK), `channel_id` (BI, FK), `program_time` (VC), `program_name` (VC). Obeležja description entiteta su: `desc_id` (BI, PK), `program_id` (BI, FK), `desc_type` (VC) i `desc_text` (VC). Gde BI (BIGINT) označava numerički tip, VC (VARCHAR) tekstualni tip i DATE datumski tip podatka. PK predstavlja glavni ključ (Primary Key), FK predstavlja spoljni ključ (Foreign Key).

Dijagram rasporeda specificira softversku arhitekturu sistema. Prikazan je na slici 3.

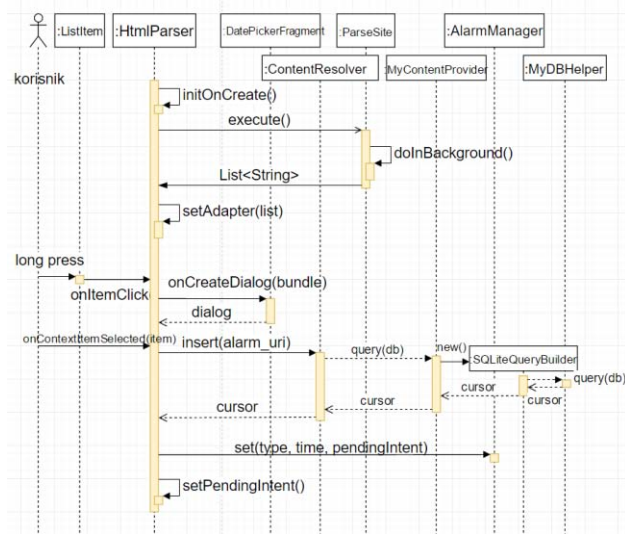


Slika 3 – Dijagram rasporeda sistema

Mobilni uređaj komunicira sa aplikacionim serverom preko TCP/IP protokola i sadrži mobilnu aplikaciju. Server SUBP sadrži MySQL servera. Komunikacija sa serverom aplikacije je omogućena pomoću JDBC protokola. Aplikacioni server sadrži aplikaciju

implementiranu pomoću Spring Boot okvira koja se izvršava u Tomcat kontejneru.

Dijagram sekvenci za dodavanje alarma i pregleda programa je prikazan na slici 4. On specificira interakciju između objekata.



Slika 4 - Dijagram sekvenci aplikacije za dodavanje alarma i pregleda programa

Prvo se startuje aktivnost HtmlParser. Zatim se u pozadini izvršava metoda execute klase ParseSite kojoj se prosleđuje identifikator i ime kanala. Ova metoda formira URL na osnovu identifikatora i imena kanala i šalje HTTP GET zahtev veb serveru. Kao odgovor od servera dobija listu programa, koju posle prosleđuje HtmlParser-u. Posle toga se inicijalizuje adapter koji služi za popunjavanje liste programa izabranog kanala. Kada korisnik (dugo) pritisne program u listi programa, prikazuje se dijalog u kojem korisnik može da izabere koliko minuta pre početka programa želi da aktivira alarm. Zatim se pomoću alarm_uri konstante (koja je definisana u MyContentProvider klasi) formira objekat Cursor klase. Inicijalizuje se SQLiteQueryBuilder pomoćna klasa koja sastavlja upit i šalje ga MyDBHelper klasi. Ona vraća objekat Cursor klase koji se delegira HtmlParser-u. Alarm se podešava pomoću objekta klase AlarmManager.

4. IMPLEMENTACIJA

U aplikaciji razvijenoj na React Native platformi, svaka komponenta nasleđuje React.Component klasu i implementira render metodu. Ova metoda definiše šta će se iscrtati na ekran. Komponentu je moguće izvesti i time omogućiti njeno uvoženje u drugu komponentu. Menu komponenta je realizovana na ovaj način. Kartice aplikacije su implementirane pomoću Tab komponente. Kartice se nalaze unutar Menu komponente, a Menu je uvezen u Channels, Favorites i Alarms komponente.

Navigacija u Android aplikaciji je implementirana prelaskom sa jedne aktivnosti na drugu aktivnost (ili sa jednog fragmenta na drugi fragment). U React Native rešenju se koristi paket Navigator. On upravlja prelazima iz jednog stanja u drugo stanje. Stanja se identifikuju routes objektima, a ekran za svaki routes

objekat se iscrtava pomoću _renderScene funkcije. Poput povratnog steka u Androidu, i Navigator koristi stek za upravljanje ekranima. Funkcija push pokreće novu scenu (scene) koja odgovara aktivnosti u Androidu i stavlja prethodnu scenu na stek.

React Native aplikacije koriste Sqlite paket kao sistem za upravljanje bazom podataka (SUBP). On je dostupan pomoću react-native-sqlite-storage paketa koji se može instalirati pomoću npm.

Ovaj paket pruža veoma dobre performanse i može se koristiti i na iOS-u. Ipak, u ovom radu pristup bazi podataka je realizovan pomoću AsyncStorage komponente. Ovaj SUPB je asinhron, a podatke skladišti kao parove ključ-vrednost (key-value). Na Android platformi AsyncStorage se oslanja na RocksDB ili SQLite (u zavisnosti od toga koji SUPB je dostupan).

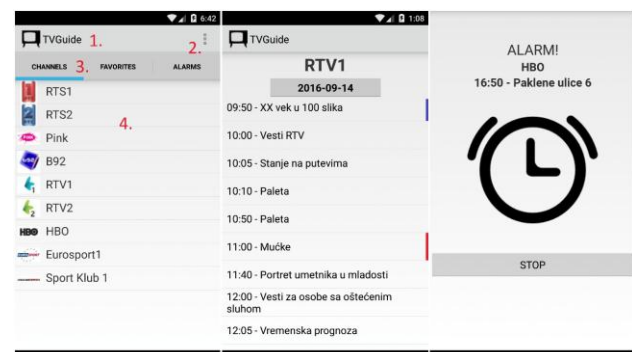
Kao što je pomenuto, React Native poziva matične komponente u JavaScript kodu. Postavlja se pitanje da li je moguće modifikovati kod matične aplikacije? Naravno. Sve što je potrebno uraditi je promeniti kod u android folderu React Native projekta. Aktivnost SplashScreen je realizovana na ovaj način.

Klijentske aplikacije koje su napisane za Android i React Native platforme komuniciraju sa serverom pomoću RESTful veb servisa. Šalju HTTP GET zahtev i čekaju odgovor. Kad server dobije zahtev, on čita podatke iz baze podataka, formira odgovor u JSON formatu i šalje ga klijentskoj aplikaciji.

Zahtev se slično formira kod oba klijenta. Android klijent koristi AsyncTask klasu i njenu doInBackground metodu, dok React Native koristi JavaScript fetch funkciju, koja omogućava pribavljanje resursa preko mreže (sadrži jedan parametar – putanju do resursa). Funkcija fetch je takođe asinhrona.

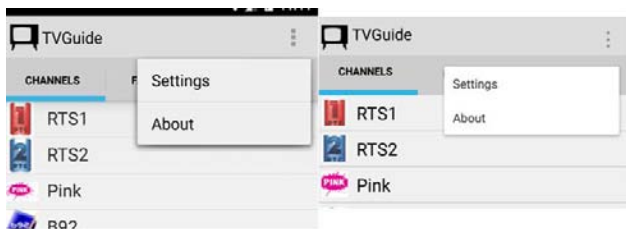
5. DEMONSTRACIJA

Izgled nekih ekrana prikazan je na slici 5. Levo se nalazi glavni ekran aplikacije. Označeni delovi glavnog ekrana su: toolbar (1), action overflow dugme (2), kartice (3) i lista kanala (4). U sredini se nalazi ekran za prikaz liste programa izabranog kanala. Desno je prikazana aktivacija alarma.



Slika 5 - Prikaz mobilne aplikacije

Ekranu u najvećem delu Android i React Native aplikacije su slični. Slika 6 prikazuje slučaj kada su ekranu različiti.



Slika 6 - Prikaz nekih razlika Android i React Native aplikacije

Razlike su sledeće: pozadina *action overflow*-a React Native aplikacije je bela i ne poklapa se sa temom aplikacije. Razlog je to što je ta komponenta realizovana pomoću spoljnog *MenuButton* paketa, koji definiše drugu boju pozadine. Zbog ovoga se razlikuje i izgled dugmeta. Fali separator kod *action overflow*-a i između kartica. Razlog je što su kartice u Android aplikaciji realizovane pomoću *toolbar*-a, dok se u React Native-u *toolbar* sastavlja od više komponenti.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazan dizajn i implementacija jedne mobilne aplikacije na dve platforme – Android i React Native. Na taj način su analizirane prednosti i mane React Native okvira u odnosu na Android okvir.

Prednosti React Native okvira u odnosu na matični Android okvir su: jednostavniji za učenje u slučaju jednostavnih aplikacija – Android poseduje više koncepata koji su korisni samo za to okruženje, dok React Native koristi koncepte koji se nalaze i u drugim okruženjima (na primer React). Bolje razvojno iskustvo – mogućnost brzog ponovnog učitavanja aplikacije. Odmah nakon modifikacije dela koda, efekat je vidljiv na emulatoru. Ovo se, naravno, odnosi samo na JavaScript deo aplikacije. Cross platform – najveći deo koda se može iskoristiti i na iOS i na Android platformi. Lakše ponovno korišćenje komponenti – razvijene komponente se mogu izvesti i ponovo koristiti u drugoj aplikaciji. Ove komponente je moguće registrovati u online bazi pomoću npm alata i time omogućiti da drugi programeri koriste tu komponentu. Isto tako, ako želimo da koristimo postojeće komponente, dovoljno je preuzeti ih iz registra, uvesti u projekat i konfigurisati po potrebi. Testiranje aplikacije – pored osnovnih alata za testiranje koji se nalaze u matičnom okruženju, React Native nudi dodatne mogućnosti kao što su testiranje pomoću Chrome Developer Tools ili dodatnih mogućnosti koji se nalaze unutar emulatora.

Nedostaci React Native okvira, odnosno delovi Android aplikacije koji su boje realizovani u matičnom Android okruženju, su sledeći: realizacija prelaska stanja – komponenta *Navigator* je realizovana na neintuitivan način. Potrebno je puno vremena da se razume kako se koristi ova komponenta. *Navigator* će se najverovatnije menjati u sledećim verzijama React Native-a. Sporiji razvoj u slučaju veoma kompleksnih projekata – problem je u tome što nisu sve matične komponente razvijene u React Native-u. To znači da programer mora da napiše matične module, uveze ih u projekat i pozove ih iz JavaScript koda da bi one mogle da se koriste. Potrebno poznavanje više programskih jezika u slučaju složenih

aplikacija – nisu sve matične komponente još razvijene u React Native okviru. U tom slučaju programer mora da ih sam napiše. Pisanje matičnih modula podrazumeva korišćenje ciljnih platformnih alata i programskog jezika. To znači da je za Android platformu, pored JavaScript-a, potrebno znanje i Java programskog jezika. Veličina izvršne verzije aplikacije – ovo je problem kod manjih projekata zato što React Native pakuje JavaScript virtuelnu mašinu (VM) u izvršni fajl. Ovo se javlja samo kod Android platforme, iOS već ima ugrađenu VM u sistem.

Posle razmatranja prednosti i mana analiziranih okruženja postavlja se pitanje: „Koje okruženje je bolje za razvoj matičnih mobilnih aplikacija?“ Odgovor je: „Zavisí“. Potrebno je odgovoriti na sledeća pitanja: Da li je programer ili razvojni tim već upoznat sa nekim okvirom, alatom i programskom jezikom? Da li je bitna nevezanost platforme? Za koje vreme je potrebno razviti aplikaciju? Koji resursi su na raspolaganju? Koliko je kompleksna aplikacija? Da li je bitno korisničko iskustvo?

Kombinacijama odgovora se mogu dobiti razne scenarije gde se za razvoj aplikacija preporučuje jedan okvir u odnosu na drugi. Na primer u slučaju da je korisničko iskustvo veoma bitno aplikacija pisana u matičnom okruženju je idealno rešenje. Čak i ako je u pitanju jednostavna aplikacija, nije garantovano da će se aplikacija pisana u React Native okviru isto ponašati u svakom slučaju, na svakom uređaju i na svakom mobilnom operativnom sistemu. Ako se radi o jednostavnijoj aplikaciji i ako nam je bitna nevezanost platforme korišćenje React Native okvira je dobra opcija. Ako se radi o kompleksnoj aplikaciji, treba razmatrati koji su resursi na raspolaganju. U slučaju da se u razvojnom timu nalazi nekoliko Android programera, i ako brzina razvoja nije bitna, Android platforma je poželjno rešenje. U suprotnom, ako se razvojni tim sastoji od veb programera, možda čak i React programera, korišćenje React Native bi bilo logičnije i efikasnije rešenje.

LITERATURA

- [1] Content Providers, <https://goo.gl/3RI4oc> (pristupljeno 28.09.2016.)
- [2] React Native: Into a new world of rapid iOS development, <https://goo.gl/S641k9> (pristupljeno 27.09.2016.)
- [3] Under the hood of React Native by Martin Konicek, <https://goo.gl/MK7TA8> (pristupljeno 30.09.2016.)
- [4] React Native: Under the Hood by Alexander Kotliarskyi, <https://goo.gl/98kjr0> (pristupljeno 30.09.2016.)
- [5] Component API, <https://goo.gl/Eqm9WX> (pristupljeno 30.09.2016.)

Kratka biografija:



Norbert Nemet rođen je u Bačkoj Topoli 1988. god. 2007. godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, osek Računarstvo i automatika. Osnovne akademske studije je završio 2013. godine. Iste godine upisao je master akademske studije, smer Računarske nauke i informatika, na kojima je položio sve ispite.

VIRTUALIZACIJA GRAFIČKIH RADNIH STANICA NA CITRIX PLATFORMI CITRIX VIRTUALIZATION OF GRAPHICS WORKSTATION

Danica Kugli, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazano i objašnjeno tehničko rešenje virtualizacije grafičkih radnih stanica na Citrix platformi. Data je uporedna tehničko-ekonomska analiza za implementaciju i održavanje fizičkih računara i virtualnih grafičkih radnih stanica.

Abstract – This paper describes and presents the technical solution of virtualization workstations on Citrix platform. Also, comparative technical and economic analysis of the implementation and maintenance of physical and virtual workstations is presented.

Ključne reči: Citrix, Virtualizacija, GPU, nVidia, virtualna aplikacija, ekonomska analiza, prednosti.

1. UVOD

Virtualizacija je tehnologija novije generacije koja ima za zadatak da smanji broj fizičkih resursa kao i maksimalno iskorišćenje postojećih resursa, a samim tim i uveliko uštedi potrošnju električne energije i smanji štetna delovanja na našu okolinu. Samom virtualizacijom se postiže veća bezbednost podataka, skalabilnost sistema, lakša administracija sistema, kao i lakši *backup* podataka. Virtualizacija je tehnologija koja predstavlja kombinaciju hardvera i softvera. Ona omogućava da se na jednom fizičkom računaru pokrene više nezavisnih i različitih operativnih sistema (Microsoft, Linux, Unix itd). Mnoge kompanije koje žele da budu lideri na svom tržištu u današnje vreme biraju virtualizaciju kao model za unapređenje računarske infrastrukture preduzeća. Sa implementacijom virtualne grafičke - vGPU (engl. *Virtual Graphical Processing Unit*) kompanija može u potpunosti da izbaciti iz upotrebe fizičku radnu stanicu, što dovodi do lakše administracije sistema. Ovaj rad se bavi virtualizacijom grafičkih radnih stanica i stoga se svako pominjanje virtualizacije odnosi na njih.

2. PREDNOSTI VIRTUALIZACIJE

Osnovno pitanje kada se radi o bilo kakvom IT rešenju je šta ono donosi korisnicima i kakve su prednosti takvog sistema. Virtualizacija ima brojne pogodnosti i one su uočljive kako sa stanovišta krajnjeg korisnika, tako i sa stanovišta administratora sistema.

Glavne prednosti virtualizacije sa korisničkog aspekta su:
- Fleksibilnost i mobilnost – omogućava pristup svom računaru i podacima sa bilo koje lokacije 24 sata na dan.

NAPOMENA:

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

- Virtualizacija aplikacije – omogućava pristup aplikaciji nezavisno od računara sa koga se pokreće.

Glavne prednosti virtualizacije iz ugla administratora su:

- Mogućnost trenutne promene raspoloživih korisničkih resursa prema zahtevima biznisa ili projekta.

- Instalacije i održavanje softvera (engl. *software deployment and patch management*) – fleksibilnost u distribuciji softvera na virtuelne *desktop* računare VDI (engl. *virtual desktop infrastructure*), uključujući i promene na istim. Time je skraćeno vreme unošenja popravki (*patch*-ovanja) operativnog sistema i aplikacija.

- Monitoring sistema – olakšano praćenje performansi sistema i brzo reagovanje kod degradacije servisa ili eventualnog otkaza od pristupne tačke do krajnjeg korisnika.

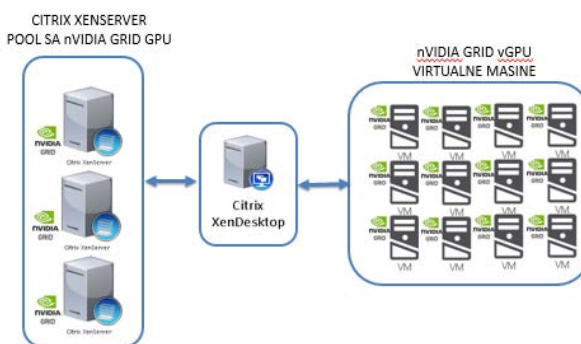
- Sigurnost podataka – Osetljivi podaci sa svih virtualnih radnih stanica su bezbedni u računarskom centru i pod režimom centralnog *backup*-a.

- Udaljeni pristup za potrebe podrške (engl. *1st level support for remote control*) – omogućen udaljeni pristup mašinama radi pružanja podrške korisnicima.

Dodatno, glavna prednost iz ugla menadžmenta je smanjenje troškova, kako u potrošnji električne energije tako i u održavanju sistema.

3. VIRTUALIZACIJA NA CITRIX PLATFORMI

Na slici 1 je prikazana pojednostavljena arhitektura Citrix XenDesktop sistema. Ovakav sistem se sastoji od servera (*host*-ova) na kojima je instaliran XenServer koji obezbeđuje hardverske resurse za virtuelne grafičke mašine. Citrix XenDesktop ima uloga posrednika između XenServera i virtualnih mašina, sa aspekta korisničkog pristupa samoj virtualnoj mašini. XenDesktop predstavlja interfejs koji pruža korisnicima samo grafički prikaz virtualne mašine koja se izvršava na samom serveru (*host*-u).



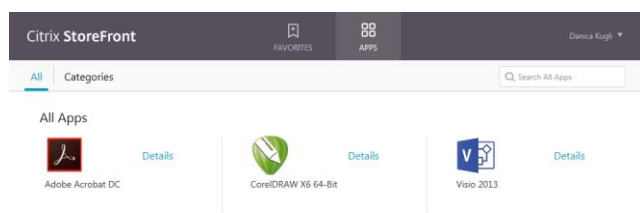
Slika 1. Citrix nVidia GRID arhitektura

Desktop virtualizacija (XenDesktop)

Citrix XenDesktop (XD) je rešenje za VDI koje omogućava isporuku kompletnog Windows desktop okruženja na zahtev korisnika sistema (i to bilo kojem korisniku na bilo kojoj mreži).

Virtualizacija aplikacija (XenApp)

XenApp predstavlja virtualizaciju pojedinačne aplikacije i bez obzira sa kojeg uređaja ili računara se ta aplikacija pokreće, ona će biti dostupna korisnicima. Slika 2 prikazuje primer izbora aplikacije kod upotrebe XenApp-a.



Slika 2. Pristup virtualnim aplikacijama

Modeli prezentovanje VDI mašina

Citrix kao rešenje za virtualizaciju je razvio nekoliko modela prezentovanje VDI mašina, i to: Shared VDI, PVS, MCS i Remote PC. Najzastupljeniji modeli prezentovanja virtualnih mašina su PVS (engl. *provisioning services*) i MCS (engl. *machine creation services*).

PVS vrši serijalizaciju (strimovanja) virtualnih *desktop*-a. Ovom tehnologijom se omogućava formiranje virtualnih *desktop*-a (engl. *provisioning, re-provisioning*) u realnom vremenu iz jednog deljenog *disk image*-a, gde se kreira jedinstvena „slika“ operativnog sistema baziranog na Windows operativnom sistemu.

MCS način kreiranja VDI koristi master virtualnu mašinu nazvanu „*Golden image*“ i od njenog diska pravi kopiju za svaku posebnu grafičku mašinu.

U tabeli 1 je prikazana uporedna analiza ova dva modela virtualizacije.

nVidia GRID

nVidia GRID su grafičke kartice napravljene isključivo za potrebe virtualizacije *desktop*-a i aplikacija. vGPU omogućava da više virtualnih mašina direktno koristi procesorsku snagu fizičke grafičke kartice u serveru. Jedna fizička grafička kartica se može logički podeliti na više vGPU-u (u zavisnosti od modela GPU). Komponenta koja omogućava ovakvu logičku podelu grafičke kartice se zove nVidia GRID menadžer.

Prednosti GPU-a u okruženju sa virtualnim radnim stanicama su velike. Većina današnjih poslovnih aplikacija, gde se upotrebljavaju HTML5 veb čitači, MS PowerPoint, DirectX, OpenGL i sl., koriste GPU za obradu sadržaja. Bez GPU, sav taj posao pada na CPU servera koji nije predviđen za obradu takvih podataka.

U Citrix rešenju, na svakom serveru mora biti instaliran *hypervisor* XenServer sa licencom za „XenServer for XenDesktop“, da bi se serveri mogli koristiti. Zbog većeg broja *desktop*-a koje isti server može da podrži, poželjno

Tabela 1. Prednosti i mane PVS i MCS

Kriterijum	PVS	MCS
Komentar		
Priprema za kreiranja grafičkih VDI	-	+
Jedna od prednosti Citrix MCS je ta da se mašina može kreirati odmah, a PVS zahteva da se podesi dodatna infrastruktura. PVS zahteva zaseban server.		
Upravljanje VDI-om	+	+
U oba slučaja VDI mašinama se upravlja preko Studio Management konzole.		
Dodeljivanje mašina	-	+
PVS mašine se mogu uzimati samo slučajnim redosledom. Mašine nisu formirane za određenog korisnika, što može biti i prednost i mana. Prednost je kada ne postoje određena podešavanja za nekog korisnika na nivou same mašine, kada svi korisnici rade u istim ili sličnim softverima. MCS mašine se mogu kreirati kao statične i dinamičke.		
Potreban prostor za VDI	+	-
PVS zauzima mnogo manji prostor u skladištu od MCS-a. Kod MCS-a je zauzetost prostora proporcionalna broju mašina koje su kreirane, za razliku od PVS-a gde je zauzetost prostora veličine jedne mašine bez obzira koliko mašina je kreirano.		
Iskustva sa grafikom	-	+
MCS mašine za razliku od PVS mašina su se u praksi pokazale mnogo bolje u radu kada su u pitanju grafičke virtualne radne stanice.		
Ažuriranje <i>image</i> -a	+	-
Kod PVS može postojati više verzija <i>image</i> -a i uvek se može vratiti na bilo koju prethodnu verziju. Preporučljivo je da nema više od 5 verzija. Kod MCS da bi se uradio <i>update image</i> -a prilikom njegovog kreiranja VDI se mora kreirati sa tzv. P diskom (<i>personal</i>). Ažuriranje se radi na nivou <i>snapshot</i> -a, pa se može vratiti na neku od prethodnih verzija. Mana ovoga je što se mora paziti da se uzima poslednji <i>snapshot</i> . Takođe, P disk pravi probleme u vezi profila. Nekada se dešava da pravi privremene profile na P i C disku koji se prilikom restarta ne obrišu.		
Podešavanja ili izmene na pojedinim VDI mašinama	-	+
Sve izmene koje se urade na PVS mašini (u smislu izmena koje se tiču svega što nije vezano za korisnički profil) se prilikom restarta vraćaju na inicijalni <i>image</i> , dok sa MCS to nije slučaj.		
Dodavanje grafičke kartice na VDI mašine	-	+
Prilikom kreiranja mašina preko PVS-a mašine ne preuzmu grafičku karticu, zbog čeka se one moraju ručno dodavati. Kod MCS-a to nije slučaj.		

je da server ima grafičku karticu sa više GPU-a (poput nVidia Grid K1, K2 i Tesla grafičkih kartica). Takođe, svaki fizički GPU može da ima nekoliko različitih vrsta virtualnog GPU (vGPU) [2].

Tabela 2 pokazuje mogućnosti implementacije i konfiguracije vGPU-ova zavisno od vrste nVidia kartice i o odabranom profilu u nVidia menadžeru koji je na XenServeru [3].

4. KOMPONENTE GRAFIČKOG VDI SISTEMA

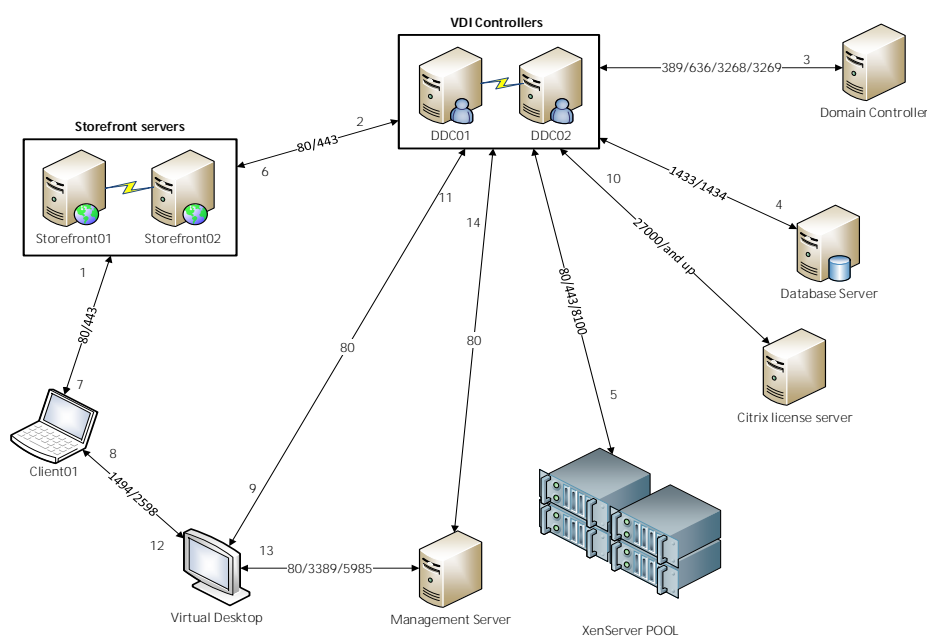
Na slici 3 je prikazan primer arhitekture sistema gde je korišćena Citrix virtualizacija. tj. VDI infrastruktura. Šema prikazuje komponente sistema i mrežne komunikacije gde su označeni TCP portovi preko kojih se vrši komunikacija između komponenti.

Komponente koje čine VDI infrastrukturu su:

- Delivery Controller (VDI Controller) je središnja komponenta upravljanja XenDesktop ili XenApp instalacijama. Preporučljivo je da postoje dve takve komponente kako bi se postigla visoka dostupnost servisa, a pomoću njih (i NetScaler-a) se može ostvariti i balansiranje opterećenja. Delivery Controller se sastoji od servisa koji komuniciraju sa operativnim sistemom ili *hypervisor*-om za distribuciju aplikacija i desktopa.
- Domain Controller: Citrix rešenje je integrisano sa domenskim kontrolerom. tj. Microsoft aktivnim direktorijumom radi autentifikacije korisnika i kontrole pristupa.
- Database server: server na kom se skladište sve informacije o konfiguraciji sistema.
- Citrix license server: ima ulogu kontrole Citrix licenci.
- XenServer POOL je grupa servera (*host*-ova) koji upravljaju VDI mašinama.
- Storefront serveri: omogućavaju korisnicima pristup virtualnim desktopima i aplikacijama.
- Klijent je bilo koji uređaj sa kojeg korisnik pristupa svojoj VDI mašini ili aplikaciji.

Tabela 2. VDI serveri sa GPU

NVIDIA GRID Grafička kartica	Virtualni GPU	Memorija grafike	Max broj korisnika po kartici
GRID K2	K280Q	4 GB	2
	K260Q	2 GB	4
	K240Q	1 GB	8
	K220Q	512 MB	16
	K200Q	256 MB	16
GRID K1	K180Q	4 GB	4
	K160Q	2 GB	8
	K140Q	1 GB	16
	K120Q	512 MB	32
	K100Q	256 MB	32
GRID Tesla	M60-8Q	8 GB	2
	M60-4Q	4 GB	4
	M60-2Q	2 GB	5
	M60-1Q	1 GB	16
	M60-0Q	512 MB	32
	M60-1B	1 GB	16
	M60-0B	512 MB	32
	M60-8A	8 GB	2
	M60-4A	4 GB	4
	M60-2A	2 GB	8
	M60-1A	1 GB	16



Slika 3. Komponente grafičkog VDI sistema

5. EKONOMSKA ANALIZA (FIZIČKA ILI VIRTUALNA INFRASTRUKTURA)

Iako je ranije ukazano na pogodnosti koje virtualizacija grafičkih radnih stanica nudi, značajno je analizirati troškove koje nastaju njenom upotrebom, kao i poređenje tih troškova sa rešenjem gde se upotrebljavaju fizičke radne stanice. Izvršena je ekonomska analiza troškova za period od pet godina, na primeru od 450 korisnika. U tabeli 3 su prikazani glavni elementi sprovedene analize i njihovim poređenjem dolazi se do zaključka da je isplativije implementirati i održavati grafički VDI sistem nego fizičke radne stanice.

Tabela 2. Poređenje troškova za period od pet godina

	Infrastruktura		
	Virtualna	Fizička	
Početna ulaganja	Serveri	131.600	301.500
	Softver za virtualizaciju	62.100	
	Skladište (storage)	300.000	
	Thin client-i	315.000	
	Usluge implementacije	10.000	
	Usluge održavanje	150.000	405.000
Troškovi energije		59.700	540.000
Troškovi unapređenja i dogradnje		30.000	301.500
Upravljanje		12.000	60.000
Ukupno u €		1.070.400	1.608.000

6. ZAKLJUČAK

Kada se govori o virtualizaciji i njenim prednostima, postoji više razloga zašto je ona revolucionarna. Prosečnom desktop korisniku ona donosi, pre svega, fleksibilnost i mobilnost u pristupu svom računaru kao i

svojim podacima sa bilo kog mesta u bilo koje doba dana ili noći, mogućnost korišćenju više operativnih sistema paralelno, kao i pristup virtualnim aplikacijama sa bilo kog operativnog sistema. Tehničkom-ekonomskom analizom ustanovljeno je da osim uštede u vremenu i održavanju jednog umesto više fizičkih računara i hardvera, takođe nisu ni zanemarljivi troškovi potrošnje električne energije. Posmatrajući vremenski period od 5 godina, ekonomski je isplativije implementirati i održavati grafički VDI sistem nego fizičke radne stanice. Uporednom analizom *provisioning* modela PVS/MCS jasno se vidi da je u slučaju Citrix vGPU bolje implementirati MCS model prezentovanja mašina. vGPU omogućava da više virtualnih mašina direktno koristi procesorsku snagu fizičke grafičke kartice u serveru, kao i da jedna fizička kartica može omogućiti pristup vGPU-u i do 32 virtualna računara u zavisnosti od modela GPU. Ovim je omogućen rad u grafičkim softverima i veći komfor na VDI mašinama.

VDI sa GPU je sadašnjost i budućnost savremenih informacionih tehnologija. Njihova primena će u budućnosti težiti da postane standard u svetu i upotreba će biti svestrana, kako u radu kompanija tako i u radu fizičkih lica.

7. LITERATURA

- [1] <https://www.citrix.com/blogs/2011/06/28/machine-creation-services-primer-part-1/>
- [2] <http://images.nvidia.com/content/pdf/grid/whitepaper/grid-vgpu-delivering-scalable-graphics-rich-virtual-desktops.pdf>
- [3] <http://images.nvidia.com/content/pdf/grid/guides/GRID-vGPU-User-Guide.pdf>

Kratka biografija:



Danica. Ilija. Kugli. rođena 07.07.1986. godine u Novom Sadu, Republika Srbija. Završila je srednju ekonomsku školu „Svetozar Miletić“ u Novom Sadu 2005. godine i osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Računarstvo i automatika - Automatika i upravljanje sistemima 2011. godine. Nastavila je master studije i 2012. se zaposlila u kompaniji NIS a.d., gde i sada radi u Direkciji za IT.

DISTRIBUIRANI SISTEM ZA IZVRŠAVANJE PROIZVOLJNIH IZVRŠNIH DATOTEKA NA WINDOWS OPERATIVNOM SISTEMU**DISTRIBUTED SYSTEM FOR EXECUTING ARBITRARY EXECUTABLE FILES ON WINDOWS OPERATING SYSTEM**Tarko Milovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Vremenom računarski problemi postaju sve kompleksniji i za njihovo izvršavanje je potrebno mnogo više resursa nego što jedan računar može da ponudi. Grid computing nudi rešenje ovakvih računarski intenzivnih problema, a cilj ovog rada je da predstavi rešenje koje je generičko i finansijski isplativo. Implementirano rešenje nudi izvršavanje proizvoljnih algoritama u obliku exe fajla, uz prateći fajl sa ulaznim podacima za algoritam. Dok traje izvršavanje algoritma, korisnik može da prati progres i na kraju kao odgovor sistema, dobija izlazni fajl. Ispitane su osobine sistema i na osnovu testa su izvedeni zaključci pod kojim uslovima je poželjno koristiti ovakav sistem.

Abstract – With time computer problems become more complex and executing and solving them requires resources that one regular computer can hardly provide. Grid computing offers the solution to such problems but it may introduce significant costs. This paper suggests the usage of a company's computers to distribute execution of given programs in off-time hours. The proposed solution considers these programs as console applications which read inputs and write outputs from/to files. Even constrained, such program can implement arbitrary algorithms which make the solution generic and financially rentable. The solution has been implemented and tested. In the end, the paper discusses usability of the system and gives circumstances when this solution is desirable.

Ključne reči: *Distribuirani sistemi, Grid computing, .NET*

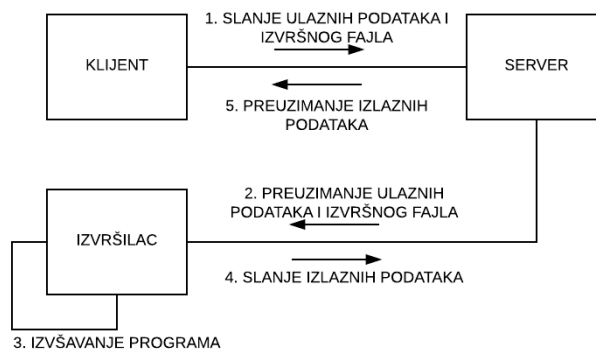
1. UVOD

U praksi, potreba kompanija za intenzivnim računanjem raste jer je za izvođenje zaključaka potrebno obraditi mnogo podataka. Kompanije stalno tragaju za načinom obrade podataka koji je brži, sigurniji i jeftiniji. Trenutno, kompanije koriste *cloud* sisteme poput Microsoft Azure-a ili Amazon AWS-a, ili izdvajaju sredstva za kupovinu svojih servera za intenzivno računanje.

U ovom radu je predstavljeno rešenje koje bi omogućilo kompanijama da koriste svoje postojeće računarske resurse za potrebe intenzivnog računanja. Postupak se odvija u više koraka, kao što je prikazano na slici 1.

NAPOMENA:

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

Slika 1. *Koraci izvršavanja*

Korisnik (aplikacija ili čovek, a na slici označen kao Klijent) šalje na server izvršni program (implementiran algoritam koji treba primeniti nad ulaznim podacima) i podatke za obradu. Prvi slobodan računar u *grid*-u (Izvršilac) preuzima ulazne podatke i program sa servera i počinje obradu uz stalno obaveštavanje servera o progresu. Nakon završene obrade podataka izlazni podaci se šalju na server i korisnik može preuzeti rezultat. Pored toga, korisnik je u prilici da stalno prati progres izvršavanja programa.

2. POJMOVI

Distribuirani sistem čine komponente locirane na različitim umreženim računarima i one međusobno komuniciraju slanjem poruka da bi postigle zajednički cilj [1].

Grid computing je tip distribuiranog sistema za intenzivno računanje. Čini ga skup računarskih resursa sa različitim lokacija koji služi ostvarenju zajedničkog cilja. On se od konvencionalnih sistema visokih performansi, kao što je *cluster computing*, razlikuje po tome što međusobno udaljeni računari obavljaju zadatke.

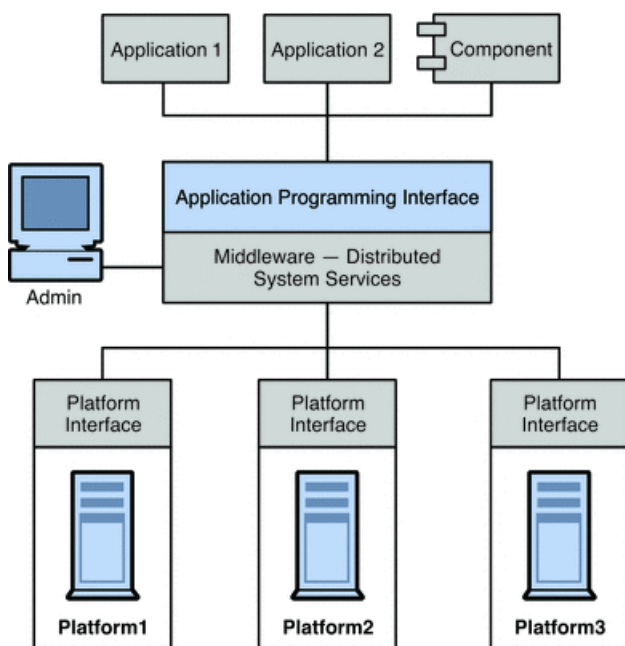
Iako računari mogu biti heterogeni i geografski udaljeni, *grid computing* je forma distribuiranog sistema koji predstavlja “virtualni super-računar” sastavljen od više umreženih, slabo povezanih računara koji zajedno obavljaju velike zadatke. Jedna od glavnih strategija *grid computing*-a je da koristi odgovarajući softverski sloj (*middleware*) za raspored delova programa među računarima. Ova tehnika se primenjuje za rešavanje računarsko intenzivnih problema u različitim oblastima [2].

Najpoznatiji javni projekti koji koriste *grid computing* su:
- SETI@home traga za mogućim dokazima radio prenosa od vanzemaljske inteligencije [3];

- BOINC, *open-source middleware*, originalno razvijen da podrži SETI@home, ali se generalizovao na različite oblasti nauke [4];
- Folding@home je projekat za istraživanje bolesti, koji simulira raspadanje proteina, dizajn lekova i druge tipove molekularne dinamike [5];
- Einstein@home koristi podatke sa LIGO detektora za dokaz o izvorima kontinuiranih gravitacionih talasa [6].

Message oriented middleware (MOM) je softverska ili hardverska infrastruktura koja podrža va slanje i primanje poruka između distribuiranih sistema. Najlakši način za integrisanje heterogenih komponenti nije njihovo ponovno pravljenje da budu homogene, nego obezbeđivanje softverskog sloja koji komponentama omogućava komunikaciju uprkos njihovim razlikama.

Ovaj sloj, nazvan *middleware*, dozvoljava softverskim komponentama, koje su razvijane zasebno i rade na različitim platformama, da međusobno komuniciraju [7]. Aplikacije distribuirane u različitim čvorovima mreže koriste aplikacioni interfejs da komuniciraju, bez vođenja računa o detaljima operativnog okruženja drugih aplikacija, kao ni o servisima koji ih povezuju sa tim aplikacijama.



Slika 2. *Message oriented middleware*

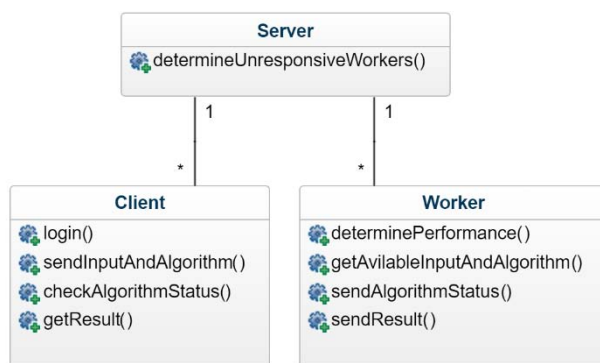
Cloud computing omogućava isporuku računarskih resursa “na zahtev”, putem interneta po principu plaćanja po korišćenju. Njegova prednosti su: “elastični resursi” što omogućava brzo i lako skaliranje aplikacije, kao i merljivi servisi, tako da se plaća samo ono što se koristi. Pri tome, korisnicima je omogućeno da upravljaju uslugama koje koriste [8].

3. OPIS ARHITEKTURE REŠENJA

Po uzoru na ranije navedena rešenja, implementirana je slična, ali jednostavna arhitektura, koja se odriče pojedinih ciljeva distribuiranog sistema, na prvom mestu bezbednosti, zarad generičnosti.

Predloženo rešenje se sastoji od tri glavne komponente koje međusobno komuniciraju HTTP protokolom:

- Klijent (Client na slici 3),
- Server i
- Izvršilac (Worker na slici 3).



Slika 3. *Arhitektura implementiranog sistema*

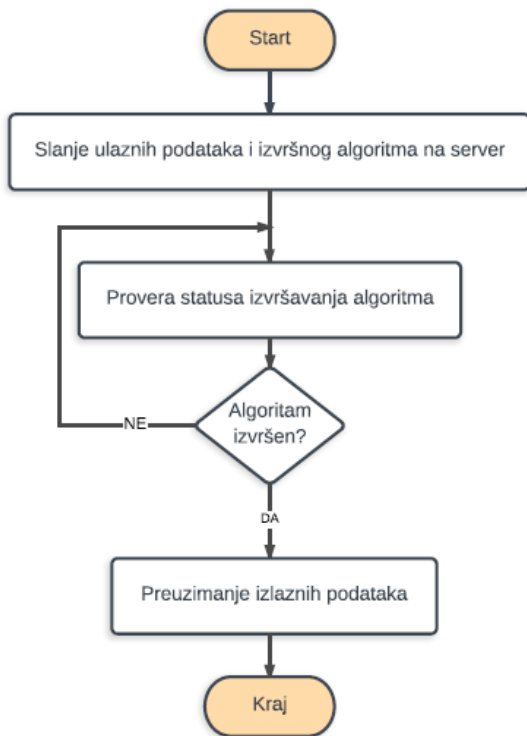
Klijent je komponenta sistema koja predstavlja bilo koju aplikaciju koja bi koristila servise koje pruža server. U ovom slučaju, klijent šalje na server izvršni program (exe fajl gde je implementiran algoritam u obliku konzolne aplikacije) zajedno sa ulaznim podacima (u vidu fajla). Program treba izvršiti u nekom od izvršilaca *grid*-a, te programski kod implementiran u njemu (u daljem tekstu izvršni algoritam) mora poštovati sledeće:

- 1) Mora sadržati u sebi sve biblioteke koje nisu deo standardne biblioteke.
- 2) Ulazne parametre (naziv fajla sa ulaznim podacima i naziv izlaznog fajla) prima preko konzole.
- 3) Ulazne podatke preuzima iz fajla čiji je naziv dobio kao prvi ulazni parametar.
- 4) Tokom svog izvršavanja periodično ispisuje status na konzoli.
- 5) Kreira izlazni fajl pod nazivom koji je dobio kao drugi ulazni parametar, i u njega upisuje izlazne podatke.
- 6) Ukoliko se uspešno izvrši, na konzoli ispisuje “END” liniju.

Nakon slanja izvršnog programa i ulaznih podataka, klijent može periodično tražiti izveštaj o statusu izvršavanja algoritma i ukoliko je izvršavanje proteklo uspešno, on može preuzeti izlazne podatke u obliku fajla (slika 4). Klijent može istovremeno poslati više izvršnih algoritama i paralelno pratiti progres izvršavanja svakog od njih.

Serverska komponenta prvenstveno ima ulogu posrednika, poput MOM-a, tako da služi za razmenu poruka između klijenata koji zahtevaju izvršavanje i izvršioca koji vrše obradu podataka. Dodatna uloga servera je čuvanje izvršnih programa i fajlova sa podacima i to do trenutka kada klijent preuzme izlazni fajl ili ukloni program. Pored toga, server se bavi i raspoređivanjem izvršnih programa po izvršiocima. Prilikom dodeljivanja izvršnog programa izvršiocu, server proverava da li je bilo neuspešnih pokušaja izvršavanja, i ukoliko neki od izvršilaca nije uspeo da izvrši algoritam zbog manjka svojih resursa, prilikom sledeće dodele, izvršni algoritam se može izvršavati samo na izvršiocu koji je u „snažnijoj grupi“ u odnosu na izvršioca koji je bio neuspešan. Takođe, server proverava da li postoji veza sa izvršiocem i ukoliko ona ne postoji (definiše se

određeni vremenski interval čekanja na javljanje izvršioca), izvršni algoritam se dodeljuje sledećem slobodnom izvršiocu.



Slika 4. Izvršavanje klijenta

Izvršilac algoritma je komponenta koja se bavi izvršavanjem programa. Prilikom povezivanja na sistem mora se odrediti grupa kojoj izvršilac pripada. Ovaj postupak se odvija tako što izvršilac dobija sa servera program, čiji je zadatak da odredi kojoj grupi izvršilac pripada (klasifikator u daljem tekstu). Klasifikator je program (konzolna aplikacija) koji je osmišljen od strane administratora i mora postojati na serveru pre puštanja sistema u rad.

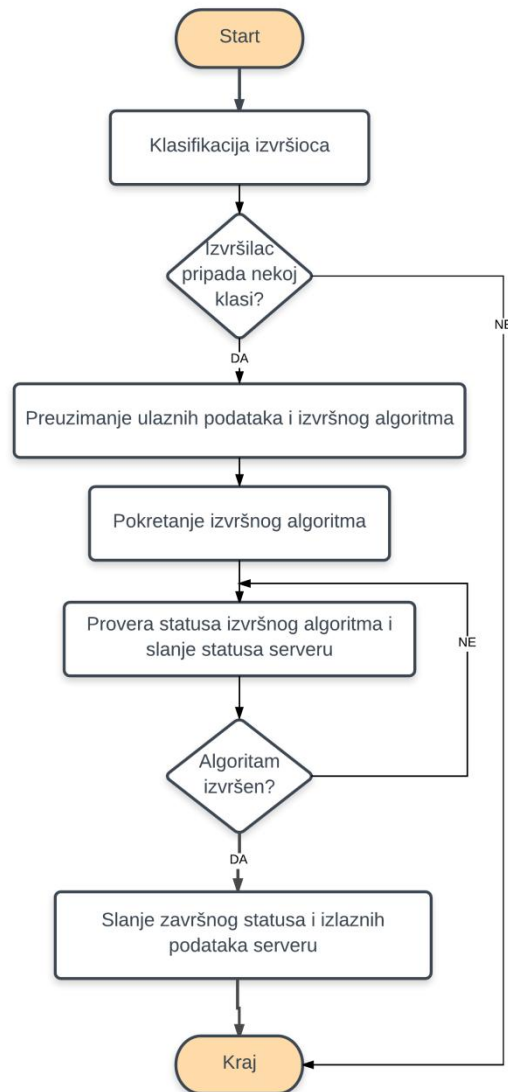
Logika klasifikatora je da meri dostupnost resursa i performanse izvršioaca i da kao izlaz vrati celobrojnu vrednost koja označava kojoj grupi izvršilac pripada. Što je veća izlazna vrednost klasifikatora grupa je „snažnija“. Na administratoru je da odluči koje resurse i performanse će klasifikator meriti, naspram potreba sistema.

Na primer, ukoliko će programima na izvršiocima biti potreban veliki prostor na disku, akcenat će se staviti na dostupnost i performansu tog resursa.

U implementiranom rešenju se izvršioci dele u tri grupe na osnovu izlaza klasifikatora, tj. mogući izlazi klasifikatora su 1, 2, 3.

Nakon utvrđivanja performansi, izvršilac počinje sa radom tako što periodično ponavlja niz koraka (slika 5):

- 1) preuzimanje ulaznog fajla i izvršnog algoritma sa servera,
- 2) izvršavanje algoritma i slanje statusa tokom izvršavanja, i
- 3) slanje izlaznog fajla na server ukoliko je izvršavanje uspešno i obaveštavanje servera o krajnjem statusu izvršnog algoritma.



Slika 5. Izvršavanje Izvršioaca

4. IMPLEMENTACIJA

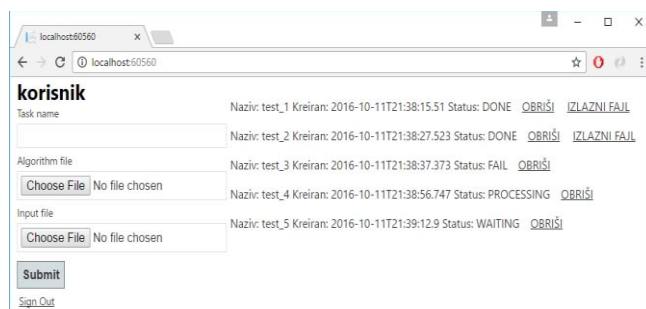
Prilikom izrade softverskog rešenja korišćeni su C# programski jezik i .NET platforma. Time ova implementacija ograničava predloženo rešenje na korišćenje Microsoft Windows operativnog sistema. Nadalje sledi opis nekih detalja implementacije.

Klijent komponenta je implementirana kroz jednostavnu web stranicu korišćenjem HTML, Javascript i AJAX-a, i može se pokrenuti iz web čitača. Pri tome, AJAX (*asynchronous JavaScript and XML*) je upotrebljen kao tehnologija za razvoj na klijentskoj strani koji služi za kreiranje asinhronih web aplikacija. Koristeći AJAX iskorišćena je mogućnost da aplikacija može slati i primati podatke sa servera asinhrono (u pozadini) bez uticaja na prikaz ili ponašanje postojeće stranice.[9]

Server je implementiran kao ASP.NET web aplikacija, koja se izvršava na IIS serveru. Za čuvanje podataka o programima na serveru se koristi MSSQL baza podataka. Izvršilac je implementiran kao .NET konzolna aplikacija, što postavlja ograničenje da i izvršni algoritam mora biti prilagođen Windows operativnom sistemu.

5. TESTIRANJE

Nad rešenjem je izvršen niz testova koji simuliraju uspešno i neuspešno izvršavanje programa, paralelno izvršavanje programa jednog klijenta, otkaz izvršioca, otkaz servera itd. Na osnovu ovih testova su zaključene osobine rešenja (Poglavlje 6).



Slika 6. Testiranje sistema

6. OSOBINE REŠENJA

Sa aspekta bezbednosti, sistem je izuzetno nebezbedan za klijenta izvršioca jer se dozvoljava izvršavanje proizvoljnog programa, što može lako biti zloupotrebjeno.

Takođe, u slučaju da više korisnika koristi sistem, u realizovanom rešenju nema garancije da će im resursi biti ravnomerno raspoređeni, pa se može desiti da jedan korisnik „uguši sistem“. Sa druge strane, ukoliko su podaci kompanije poverljivi, mogu se obraditi bez upotrebe interneta, korišćenjem interne mreže, što čini ceo sistem bezbednim u takvom slučaju.

Tolerantnost implementiranog sistema na otkaze nije razmatrana i u slučaju otkaza serverske komponente sistem prestaje da radi. Ovaj problem se može prevazići upotrebom *backup* servera koji će se aktivirati u slučaju da glavni server prestane sa radom. Takođe prilikom otkaza jednog izvršioca obrada podataka ne može biti nastavljena tamo gde je stala, nego se mora krenuti iz početka na drugom izvršiocu. Ovo će korisnik primetiti jer će se progres „vratiti na početak“.

Komunikacija sa sistemom je moguća preko jasno definisanih interfejsa koje pruža serverska komponenta implementirana u .NET Web API tehnologiji. Program u kome je implementiran izvršni algoritam tokom rada mora periodično slati informacije o statusu izvršiocu i

nakon izvršavanja mora poslati jasno definisanu komandu o kraju rada. Komunikacija je asinhrona što omogućava bolje performanse sistema.

Portabilnost sistema je ograničena na Windows platformu jer je implementacija u .NET tehnologiji.

Rešenje je skalabilno, gde je dodavanje novih klijenata izvršilaca jednostavno i ne ugrožava trenutne programe koji se izvršavaju.

7. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen generički *grid computing* sistem koji pokušava da iskoristi postojeće računarske resurse neke kompanije i da ih upotrebi za distribuirano izvršavanje programa. Ovakav sistem posebno dobija na značaju nakon odlaska zaposlenih, kada se računari zaposlenih mogu iskoristiti 100% za obradu podataka u *grid*-u. Sistem može biti pogodan za obradu poverljivih podataka jer ne zahteva internet, a da bi funkcionisao dovoljna mu je interna mreža. Sa druge strane, sistem se mora strogo kontrolisati jer generičke osobine sistema ozbiljno ugrožavaju bezbednost računara u *grid*-u.

8. LITERATURA

- [1] Lynch, Nancy A. (1996), Distributed Algorithms, Morgan Kaufmann, ISBN 1-55860-348-4
- [2] <https://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg246778.pdf>
- [3] <http://setiathome.berkeley.edu/>
- [4] <https://boinc.berkeley.edu/>
- [5] <https://folding.stanford.edu/home/about-us/>
- [6] <https://einsteinathome.org/>
- [7] <http://docs.oracle.com/cd/E19340-01/820-6424/araq/index.html>
- [8] <https://www.ibm.com/cloud-computing/what-is-cloud-computing>
- [9] Matthias Hertel, 2005-2007, Aspects of AJAX

Kratka biografija



Tarko Milovanović je rođen 12.01.1990. godine u Beogradu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2016. godine.

PRIMENA ISTRAŽIVANJA I ANALIZE PODATAKA U CILJU POVEĆANJA PROFITA
BANKEAPPLICATION OF DATA MINING TECHNIQUES IN ORDER TO INCREASE THE
PROFIT OF A BANK

Gordana Ćarković, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad opisuje primenu različitih metoda istraživanja i analize podataka sa ciljem poboljšanja profita banke. Izvršena je analiza skupa podataka koji opisuje hiljadu aplikanta koji su sa različitim uspehom aplicirali za kredit. Cilj je formiranje modela koji će uspešno klasifikovati aplikante na one sa visokom verovatnoćom vraćanja kredita i na one za koje se smatra da neće uspešno vratiti kredit. Pravilnom klasifikacijom banka može da poveća svoj profit. Kao prvi metodološki korak, primenjena je eksplorativna analiza podataka. Potom su primjenjene dve deskriptivne metode: klasterovanje i asocijativna pravila. Metode klasifikacije koje su korišćene su: stablo odlučivanja, k-najbližih susjeda, naivna Bayesova metoda i mašine potpornog vektora. Takođe, korišćene su metode ansambla: bagging, adaboost i random forests u kombinaciji sa iznad navedenim metodama. Jedan deo rada je posvećen i faktorskoj analizi nad ulaznim skupom podataka – singularnoj dekompoziciji vrijednosti (singular value decomposition) i analizi glavnih komponenti (principal component analysis) u cilju redukcije broja komponenti i traženja korelacije među atributima. Opšti zaključak je da se najbolje pokazala naivna Bayesova metoda sa tačnošću od 84% nad testnim skupom (20% početnog skupa podataka) i profitom banke od 107.5DM. Sličan profit (102.5DM) je pokazala i metoda ansambla adaboost u kombinaciji sa k najbližih susjeda ali sa manjom tačnošću koja je iznosila 69%.

Abstract – This paper presents application of data mining techniques in order to increase the profit of a bank. Analysis was performed on data set containing records on 1000 clients who applied for credit with different credit approval success. The goal is to form a model that will successfully classify applicants into those who have great probability of credit repayment and those who are assumed that credit repayment won't be successfully. A proper classification may increase bank financial gain. As first methodological step, explorative data analysis has been performed. Clustering and association rule analysis were applied next. The following classification methods were used: decision tree, k-nearest neighbours, naive Bayes and support vector machines. Also, ensemble methods (bagging, adaboost and random forests) in combination with the above mentioned methods were tested.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Kovačević.

Part of the paper is dedicated to the application of factor analysis on input data set. Singular value decomposition (SVD) and Principal component analysis (PCA) were applied in order to reduce number of components and to find correlations among attributes. A general conclusion is that naive Bayes model provided the best results with the accuracy 84% on test data set (20% of the whole dataset) and with financial gain of 107.5DM. Adaboost in combination with k nearest neighbours provided similar gain (102.5DM) but showed less accuracy (69%).

Cljučne reči: Istraživanje i analiza podataka, Odobravanje kredita, RapidMiner

UVOD

Analiza podataka je mlado i interdisciplinarno polje informatike koje se bavi otkrivanjem novih obrazaca u velikim skupovima podataka. Zadatak istraživanja podataka su metode predikcije (koriste varijable da predvide nepoznate ili buduće vrijednosti drugih varijabli) i metode deskripcije (nalaženje oblika opisa podataka koje čovjek može da interpretira). Analiza koja je predmet ovog rada biće izvršena upotrebom procesa Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM).

Rad je organizovan na sledeći način. U prvom poglavlju je predstavljen problem banke i analizarina su četiri moguća ishoda klasifikacije. Takođe, opisana je i formula po kojoj se izračunava trošak banke i koja će se koristiti prilikom evaluacije modela. Drugo poglavlje predstavlja ulazni skup podataka. Kroz treće poglavlje je prikazana eksplorativna analiza a u četvrtom poglavlju se vrši formiranje modela. Urađena je analiza asocijativnih pravila kao i proces klasterovanja. Peto poglavlje je posvećeno klasifikaciji. Primjenjene su sledeće metode klasifikacije: stabla odlučivanja, metoda k najbližih susjeda, naivna Bayesova metoda, mašine potpornog vektora kao i metode ansambla - bagging, adaboost i random forests. Drugi deo petog poglavlja je posvećen tehnikama faktorske analize SVD i PCA. Šesto poglavlje je posvećeno evaluaciji modela nad testnim skupom kao i poređenju performansi modela. U sedmom poglavlju su tabelarno prikazani eksperimentalni rezultati i izvučeni su opšti zaključci.

1. OPIS PROBLEMA

Cilj istraživanja ovoga rada se zasniva na skupu aplikanta kojima je dodeljen jedan od dva moguća rejtanga: "dobar za kredit" ili "loš za kredit". Zadatak je pronaći, prikazati i analizirati asocijativna pravila, primjeniti klasterovanje, klasifikaciju, metode ansambla i faktorsku analizu za dati skup podataka. Proceniti koja od

pravila mogu da pomognu za procenu dodele kredita kao i konstruisati nove attribute na osnovu tih pravila i analizirati uticaj tih atributa na dodelu kredita. S obzirom da je kredit jedan od načina na koji banka ostvaruje profit, klasifikacija aplikanata vrši se u cilju povećanja profita. To ukazuje na potrebu uključivanja mera o zaradi banke u fazi evaluacije. Potrebno je odrediti trošak ili zaradu za svaki od četiri moguća ishoda klasifikacije:

1. *True positive (TP)* ishod javlja se kada je kredit odobren osobi koja će kredit vratiti.
2. *False positive (FP)* označava ishod u kom je kredit odobren osobi koja kredit ne može da vrati.
3. *True negative (TN)* je slučaj u kom se ne odobrava kredit osobi koja kredit ne može da vrati.
4. *False negative (FN)* je ishod u kom nije odobren kredit osobi koja bi kredit vratila.

2. SKUP PODATAKA

U radu se istražuje skup podataka o 1000 aplikanata koji traže kredit. Svaki aplikant je opisan pomoću 20 atributa, od kojih je 7 numeričkih i 13 kategoričkih. Poslednji, 21. atribut je ciljni (klasni) i govori o tome da li je osobi odobren kredit ili ne.

Tabela 1. Spisak atributa i njihovih značenja

Naziv atributa	Značenje atributa
<i>Stanje na racunu</i>	Posmatra se tekući račun u ovoj banci
<i>Trajanje</i>	Trajanje kredita u mesecima
<i>Istorija kredita</i>	Istorija kredita aplikanta
<i>Svrha uzimanja</i>	Svrha uzimanja kredita
<i>Iznos</i>	Iznos kredita
<i>Racun za stednju</i>	Prosečan iznos na računu za štednju
<i>Zaposlenost</i>	Zaposlenost aplikanta
<i>Pol_i_bracni_status</i>	Pol i bračni status aplikanta
<i>Zirant_KoAplikant</i>	Da li ova aplikacija za kredit ima ti ranta ili ko-aplikanta
<i>Prebivaliste</i>	Koliko aplikant ima prebivalište u mestu u kome je banka mereno u godinama
<i>Imovina</i>	Imovina aplikanta
<i>Starost</i>	Starost aplikanta merena u godinama
<i>Placanja_u_ratama</i>	Da li aplikant otplaćuje nešto u ratama i gde
<i>Stan_kuca</i>	Da li aplikant plaća stanarinu, poseduje stan/kuću ili ti vi besplatno
<i>Postojeci_krediti</i>	Broj postojećih kredita u ovoj banci
<i>Vrsta_posla</i>	Vrsta posla aplikanta
<i>Izdrzavani</i>	Broj lica koji zavise od prihoda aplikanta
<i>Telefon</i>	Da li aplikant poseduje telefon
<i>Radnik_stranac</i>	Da li je aplikant radnik iz druge države
<i>Odobren_kredit</i>	Klasno obeležje koje označava da li aplikantu treba odobriti kredit ili ne

3. EKSPLOATIVNA ANALIZA PODATAKA

Kao rezultat ove analize izvučeni su zaključci da je aplikant osoba radnik poreklom iz druge države a većina

aplikanata nema drugu obavezu otplaćivanja u ratama. Većina aplikanata poseduje stan ili kuću. Mali broj aplikanata plaća stanarinu ili ti vi besplatno. Vrlo je moguće da većina aplikanata poseduje nekretnine ali da traži kredit za druge stvari. Najmanji broj apliciranih osoba za kredit nema već postojećih kredita ili su postojeći krediti vraćeni na vreme ovoj ili bilo kojoj drugoj banci. Prednjače osobe, malo više od pola aplikanata, koje imaju druge kredite ali su uplate bile na vreme. Zanimljivo mali broj radnika je nezaposlen. Najveći broj zaposlenih aplikanata imaju zvanično obrazovanje, dok približno isti broj zaposlenih nema zvanično obrazovanje ili pripada sloju visoko obrazovanih. S obzirom da većina modela daje bolje rezultate kada su vrednosti ravnomerno distribuirane, izvršice se logaritmovanje atributa *Starost*, *Iznos* i *Trajanje*. Srednje vrednosti atributa se veoma razlikuju što ukazuje na to da se rasponi u kojima se kreću vrednosti atributa razlikuju. Prethodna činjenica predstavlja problem za neke od modela istraživanja podataka i iz tog razloga je izvršena normalizacija atributa.

4. FORMIRANJE MODELA

Nakon što je izvršeno proučavanje skupa podataka kao i transformisanje pojedinih atributa kod kojih se ukazala potreba za tim, dolazimo do poglavlja u kojem će biti prikazana analiza asocijativnih pravila kojom će se pokušati pronaći određeni značajni odnosi u skupu podataka a nakon toga će biti vršeno klasterovanje u cilju utvrđivanja da li pripadnost klasteru kao atribut može da koristi pri formiranju modela. Uočena su 3 značajna pravila koja se mogu iskoristiti pri određivanju kreditnog rejtinga, i za svako od pravila napravljen je po jedan novi atribut koji će se uključiti u skup podataka. Nakon postupka klasterizacije zaključeno je da klasteri izdvajaju značajne grupe aplikanata koji imaju veću verovatnoću odobravanja kredita, te će se atribut klastera zadržati u skupu podataka uzimajući u obzir da može da doprinese određivanju kreditnog rejtinga

5. KLASIFIKACIJA

U ovom delu faze modelovanja formiraju se modeli za svaki od sledećih klasifikatora: Stabla odlučivanja, *k*-najbližih suseda, naivni *Bayes* i mašine potpornog vektora. Za svaki od njih izvršena je optimizacija parametara kao i selekcija osobina. Takođe korišćene su metode ansambla: *bagging*, *adaboost* i *random forests* u kombinaciji sa iznad navedenim metodama. Performanse klasifikatora evaluirane su na test skupu i za svaki model izvršena je optimizacija parametara i selekcija osobina.

Stabla odlučivanje

Stabla odlučivanja omogućuju hijerarhijski način prikaza znanja. Stabla odlučivanja se sastoje od čvorova i grana. Grane povezuju nadređene sa podređenim čvorovima. Čvor na vrhu stabla koji nema nadređeni čvor naziva se „korenski čvor“, a čvorovi koji nemaju podređene nazivaju se „listovi“. Listovi u stablu odlučivanja prikazuju sva moguća rešenja zadatog problema. Listovi se nazivaju i „čvorovima odgovora“, dok se svi ostali čvorovi u stablu nazivaju „čvorovima odlučivanja“. Čvorovi odlučivanja prikazuju pitanja ili odluke. Kada se odgovori na pitanje, odnosno donese odluka, tada je

određena grana stabla odlučivanja koju treba slediti [1][2].

Najbolje performanse su dobijene za kriterijum *gini_index* sa tačnošću od 64.25% a profit banke iznosi 1.900DM. Selektovanje osobina nije donelo poboljšanje performansi.

K-najbližih suseda

Osnovna ideja ove vrste klasifikacije jeste da se na osnovu prepoznatih klasa, prema određenim specifičnostima definisanih u okviru obučavajućeg skupa, novi testni podatak može svrstati u neku od postojećih klasa na osnovu svojih karakteristika. Za formiranje modela potreban je pre svega obučavajući skup, skup skladištenih objekata, zatim metrika kojom se meri rastojanje među objektima – mera za izračunavanje sličnosti između slogova, kao i vrednost za k koji predstavlja broj najbližih suseda pomoću kojih se klasifikuje nepoznati slog [1][2].

Najbolje performanse su dobijene za optimalan $k=2$ sa tačnošću od 65.75% a profit banke iznosi 12.000DM. Primenjen je model sa selekcijom osobina.

Naivni Bayes

Naivna Bayes-ova metoda predstavlja metodu za klasifikaciju koja se oslanja na teoriju verovatnoće tj. na Bayes-ovu teoremu. Veoma je korisna u slučajevima u kojima ne postoji deterministička veza između atributa sloga i klase [1][2].

Model je pokazao tačnost od 69.12% dok je profit banke 27.800DM. Primenjen je model sa selekcijom osobina.

Mašine potpornog vektora

Mašine potpornog vektora (*Support vector machines*, SVM) predstavljaju skup povezanih nadgledanih metoda koje analiziraju podatke i uočavaju obrasce. Ova metoda klasifikacije ima veliku primjenu. Ova tehnika pruža jako dobre rezultate naročito na podacima koji imaju veliki broj atributa. SVM je linearni klasifikator koji pronalazi hiperravan koja razdvaja dvije klase. Hiperravan koju pronalazi SVM je hiperravan sa najvećom marginom separacije (*maximum margin hyperplane*) [1][2].

Najbolje performanse je dao model *sigmoid* funkcije jezgara K bez selekcije osobina sa tačnošću od 78.00% i profitom banke od 67.500DM.

Metode ansambla-bagging, adaboost i random forests

Ansambl (eng. Ensembles) predstavljaju kombinovanje predikcija više modela koji su napravljeni s istim/različitim algoritmom na istim/različitim podacima - s ciljem poboljšavanja predikcije u odnosu na jedan model. Rezultujući klasifikator (ansambl) je generalno više tačan od bilo kog individualnog klasifikatora koji čini ansambl [3]. Metoda *bagging-a* (*bootstrap aggregating*) je metoda za generisanje više verzija klasifikatora koji se koriste kao jedinstvena celina, preko mehanizma glasanja. Više klasifikatora se generiše perturbacijom obučavajućeg skupa primjera metodom bootstrap-ovanja [4]. Tehnika *adaboost* ne uzima za svaki element ansambla novi nezavisni slučajni uzorak iz originalnog obučavajućeg skupa, već se svakom primjeru dodjeljuje težina, koja mjeri značaj primjera u obučavajućem skupu. Nakon učenja svakog klasifikatora iz ansambla, na osnovu njegovih performansi na testnom skupu se ažuriraju

teži ne, tako da se značaj pogrešno klasifikovanih primjera povećava, a ispravno klasifikovanih smanjuje [5]. Indukcija metodom slučajnih šuma (*random forest induction*) je jedna od metoda za generisanje kompozitnih klasifikatora koji se sastoje od stabala odlučivanja. Algoritam učenja generiše skup klasifikatora koje koristi za klasifikaciju novih primjera nekom od metoda glasanja na osnovu odluka pojedinačnih stabala [6][7].

Bagging-a u kombinaciji sa stablom odlučivanja pokazuje tačnost od 83.12% i zaradom od 69.500DM. Poredeći rezultate bez korišćenja *bagging-a* došlo je do povećanja tačnosti i kod svih ostalih metoda klasifikacije, k -nn sa 61.12% na 71.75%, naivna Bajesova sa 69.12% na 72.75% i kod svm-a sa 78% na 82.75%. Došlo je i do povećanja profita kod svih modela. Performanse *AdaBoost* sa stablom odlučivanja iznose 61.50% i javlja se trošak od 11.300DM. *AdaBoost* sa k -nn pokazao je tačnost od 62.13%, u kombinaciji sa naivnom Bayesovom 67.75% dok je sa svm pokazao tačnost od 67.62%. Primenom *Adaboost* došlo je do minimalnog opadanja profita banke kod svih modela osim kod modela sa k -nn. Tačnost korišćenjem *Random Forests* je 74.50% dok je profit banke 63.800DM.

Faktorska analiza - Singular value decomposition (SVD) i Principal component analysis (PCA)

Faktorska analiza je metoda koja se stalno usavršava ali neka opšta definicija bi glasila da je to skup statističko-matematičkih postupaka koji omogućavaju da se u većem broju promjenljivih, među kojima postoji povezanost, utvrdi manji broj „detaljnijih“ promjenljivih koje mogu da objasne takvu međusobnu povezanost. Te detaljnije promjenljive nazivamo faktorima [8]. U osnovi postoje dva pristupa u otkrivanju faktora:

- preko analize glavnih komponenti i
- analiza zajedničkih faktora [9].

Singularna dekompozicija (singular value decomposition) je veoma bitna tehnika za dekomponovanje matrice u matrice karakterističnih korjena i vektora. PCA predstavlja najpoznatiju linearnu tehniku koja se koristi za smanjenje dimenzionalnosti. Ova tehnika se upotrebljava kada u skupu podataka postoji veliki broj varijabli koje su redundantne i odnose se na istu dimenziju i ne pružaju nikakvu dodatnu informaciju koja već nije obuhvaćena nekom drugom varijablom [10].

Performanse stabla odlučivanja nakon SVD pokazuju tačnost od 68.67% i profit banke od 24.600DM. K -nn nakon SVD pokazuje tačnost od 61.38% sa troškom od 8.000DM. Naivni bayes je pokazao tačnost 63.62% sa profitom od 1.200DM dok je tačnost kod svm 62.88% sa profitom od 10.400DM. Performanse stabla odlučivanja nakon PCA pokazuju tačnost od 68.00% i zaradu banke od 29.800DM. K -nn nakon PCA pokazuje tačnost od 62.62% i trošak od 2.900DM. Performanse svm nakon PCA su tačnost od 50.12% i trošak od 67.700DM. Naivni Bayes nakon PCA pokazuje tačnost od 64.00% i zaradu od 2.600DM.

6. EVALUACIJA

Nakon formiranja modela nad obučavajućim skupom podataka, potrebno je primeniti modele nad test skupom i odabrati koji je najbolji. Profit je najbolja mera za

procenu kvaliteta funkcije u slučaju problema odobravanja kredita aplikantima pa će se koristiti u odabiru najboljeg modela. Kako bi se izračunale polazne performanse, korišćen je test skup na osnovu koga se računa matrica koštanja dva modela – odobriti kredit svima i ne odobriti kredit nikome. Test skup sadrži ukupno 200 aplikanata od kojih je 67 bilo odbijeno za kredit, a 133 je bilo prihvaćeno. Zaključak je da je bolji model koji odobrava kredit svima jer se javlja zarada banke odnosno negativan trošak po aplikantu u iznosu od 32DM. To predstavlja *baseline* model koji donosi profit od 32DM po aplikantu i cilj najboljeg formiranog modela jeste da premaši ove performanse. Tabela 2 prikazuje prvih 5 najboljih modela.

Tabela 2. Rezultati evaluacije

Naziv modela	Tačnost	Profit
Naivni Bayes	84%	107.5DM
AdaBoost (K-najbližih suseda)	69%	102.5DM
K-najbližih suseda	67%	80.5DM
Bagging (Stabla odlučivanja)	65.50%	67.5DM
Bagging (K-najbližih suseda)	74.50%	67DM

7. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ZAKLJUČAK

U ovom radu je rešavan problem banke, koja ima želju da poveća svoj profit tako što će uspešno procenjivati da li aplikantima treba da odobri kredit za koji su aplicirali ili ne. Dostupni su podaci o 1000 dosadašnjih aplikanata. Zadatak je bio formiranje modela koji će uspešno procenjivati da li je određeni aplikant "dobar" ili "loš" za kredit. Metode koje su korištene za formiranje modela klasifikacije su: stablo odlučivanja, k-najbliži h susjeda, naivna Bayesova metoda i mašine potpornog vektora. Takođe, korišćene su metode ansambla: bagging, adaboost i random forests u kombinacija sa iznad navedenim metodama. Jedan deo rada je posvećen i faktorskoj analizi – singularnoj dekompoziciji vrijednosti (svd) i analizi glavnih komponenti (pca) u cilju redukcije broja komponenti i traženja korelacije među atributima. Opšti zaključak je da se najbolje pokazala naivna Bayesova metoda sa tačnošću od 84% nad testnim skupom i profitom banke od 107.5DM. Sličan profit (102.5DM) je pokazala i metoda ansambla *adaboost* u kombinaciji sa k najbliži h susjeda ali sa manjom tačnošću koja je iznosila 69%. Primjena SVD i PCA nad ulaznim podacima nije pokazala dobre rezultate. Neki od razloga loših rezultata su što ulazni skup sadrži mali procenat numeričkih atributa takođe i odsustvo korelacije među atributima. Dalji razvoj ovog rešenja može se kretati u pravcu da se dobijeni modeli uključe u CRM softver

banke koji će zaposlenima pomagati prilikom donošenja odluke da li ili ne odobriti kredit aplikantima na osnovu podataka iz njegove aplikacije za kredit.

LITERATURA

- [1] Konjović Zora, Kovačević Aleksandar, Materijal sa predmeta Sistemi za istraživanje i analizu podataka, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2011. godina
- [2] Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Vipin Kumar, Introduction to data mining, University of Minnesota, 2006.
- [3] Dietterich T., "Ensemble Methods in Machine Learning", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1857, pp.1-15, 2000.
- [4] Breiman, L., Bagging predictors, Technical report No. 421, Department of statistics, University of California, Berkeley, CA 94720, September 1994.
- [5] Freund, Y., Boosting a weak learning algorithm by majority, Information and Computation, Vol. 121, No. 2, pp. 256-285, 1995
- [6] Opitz D., Maclin R., "Popular Ensemble Methods: An Empirical Study", Journal of Artificial Intelligence Research, Vol. 11, pp. 169-198, 1999.
- [7] Quinlan J. R., "Bagging, Boosting and C4.5", in Proc. of AAAI-96 Fourteenth national Conference on Artificial Intelligence, Portland, OR, AAAI Press, Menlo Park, CA, 1996.
- [8] Kovačić J. Zlatko, Multivarijaciona analiza, Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet
- [9] <http://www.ef.uns.ac.rs/Download/multivarijaciona-statisticka-analiza/2013-02-08-Factor-Analysis.pdf>, Faktorska Analiza
- [10] Joseph F. Hair, Jr, William C. Black, Barry J. Babin, Rolph E. Anderson, "Multivariate Data Analysis", 7th Edition, 2010.

KRATKA BIOGRAFIJA



Gordana Žarković rođena je 03.02.1989. godine u Mostaru, Bosna i Hercegovina. Osnovnu školu "Sveti Sava" u Gacku, Bosna i Hercegovina završila je 2004. godine. Gimnaziju – opšti smer u S.Š.C "Pero Slijepčević" je završila 2007. godine. Iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Računarstvo i automatika na kom je diplomirala 2011. godine. Školske 2011/2012 godine upisuje master studije na smeru Računarske nauke i informatika. Položila je sve ispite predviđene planom i programom.

OPTIMIZACIJA IZVRŠAVANJA *AUTO*DEPLOYMENT PROCEDURE U
DISTRIBUIRANOM SISTEMUOPTIMIZATION OF EXECUTION *AUTO*DEPLOYMENT PROCEDURE IN
ENTERPRISE SYSTEMMarko Glogovac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – RAČUNARSTVO I AUTOMATIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan postupak optimizacije postojeće infrastrukture automatske postavke softvera na distribuirane sisteme. Primarni zadatak *AutoDeploymenta* je instalacija i konfiguracija softvera na distribuiranim sistemima. Automatizacijom tih procesa se postiže veća stabilnost pri radu i eliminiše se mogućnost ljudske greške. U radu je dat kratak opis DMS (*Distribution Management System*) u kojem se ove procedure primjenjuju, i opis alata korištenih u rešenju. Optimizacija se sastoji iz logike čitanja izvještaja skripti i implementacije metoda koje na osnovu izvještaja izvršavaju određene operacije na sistemu.

Abstract – This dokument describes process of optimization of existing software *AutoDeployment* infrastructure for enterprise systems. The primary aim of *AutoDeployment* is installation and configuration of software on enterprise systems. With automation of these procedures we accomplish greater stability in software work and we eliminate human errors. Short description of DMS (*Distribution Management System*) systems, and tools used in solution, is also given in this document. Optimization procedure consists of new ways for script log analysis and methods for executing needed operation on system according to script logs.

Ključne reči: *AutoDeployment, DMS, Optimization*

1. UVOD

Cijela analiza odrađena u ovom radu se odnosi na distribuirane sisteme odnosno DMS. DMS je sistem složene arhitekture koji se sastoji najčešće od velikog broja različitih servera, klijenata i domen kontrolera (DC). Posebno treba naglasiti da se upravo u takvom okruženju rade testiranja veoma složenog softverskog proizvoda, koja omogućavaju preciznije provjere rada softvera.

Ovaj rad opisuje optimizaciju postojećih skripti za automatizaciju procesa postavke i konfiguracije softvera na distribuirane sisteme računara u okviru AD procedure. Sadašnje stanje AD skripti nije imuno na nepredviđene kvarove koji su na velikim distribuiranim sistemima dosta česti.

Cilj rada jeste da se osmisli logika koja će u slučaju nepredviđenih grešaka u toku AD procedure biti dovoljno pametna da prepozna grešku i odradi potrebne korake na sistemu za njeno ispravljanje.

NAPOMENA:

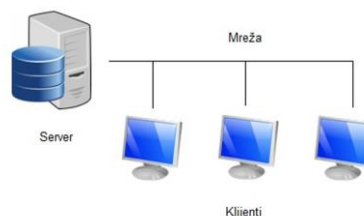
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Darko Čapko, docent.

AD je realizovan u *Python* programskom jeziku i oslanja se na ST alat koji omogućava *remote* pristup distribuiranim sistemima. Samim tim se i ovo rešenje oslanja na iste alate.

2. DISTRIBUTED MENAGEMENT SYSTEM (DMS)

DMS ili “Sistem za upravljane distribucijom električne energije” je modul koji se sastoji iz ulaznih parametara kao što su mrežni model i SCADA (“Sistem za upravljanje i prikupljanje podataka”) tačke, odnosno ručno unesene tačke, i izlaznih parametara koji predstavljaju rezultate proračuna i prijedloge kako riješiti postojeće probleme ili kako optimizovati dalji rad. Služi za topološku analizu i dodatne analitičke proračune, istraživanje, razvoj i inženjering u pomenutoj oblasti [1]. Arhitektura DMS- a se sastoji iz četiri glavna sloja:

- serverski sloj;
- baza podataka;
- SCADA sistem;
- prezentacioni sloj.



Slika 1. Klijent- server arhitektura

Klijent- server arhitektura (slika 1) je tip systemske arhitekture koji predstavlja jedan od danas najčešće korištenih principa izgradnje sistema za distribuiranu obradu. Klijent- server model je baziran na distribuciji funkcija između dva tipa nezavisnih autonomnih procesa: servera i klijenta. Klijent je proces koji zahtjeva specifične usluge servera. Server je proces koji pruža usluge klijentu.

Mreža služi za povezivanje računara. Klijenti i serveri tu vezu koriste da bi razmijenili pozive. Takođe, server se u vidu klijenta može obratiti drugim serverima u mreži za određeni resurs ili distribuiranu obradu.

3. KORIŠĆENI ALATI

U ovom poglavlju će biti opisani alati koji su korišćeni prilikom realizacije praktičnog dijela rada.

3.1. Python programski jezik

Python je programski jezik visokog nivoa opšte namjene [2]. Podržava, imperativni, objektno- orijentisan i funkcionalan stil programiranja. Programski jezik *Python* se uglavnom interpretira. Interpreteri i standardne

biblioteke modula se stalno razvijaju i prene na veliki broj različitih platformi. Glavne podržane platforme su *Linux, Microsoft Windows, BSD, Mac OS X*.

Podaci u programskom jeziku *Python* predstavljeni su objektima. Svaki objekat sadrži tih objekata i njegovu vrijednost. Jednom kreirani objekat ne može da mijenja tip, dok vrijednost nekih objekata može da bude promjenjiva. Promjenjivost objekata određena je njihovim tipom. Postoje:

- nepromjenjivi objekti, kao što su brojevi, stringovi;
- promjenjivi objekti- rječnici (dictionary) i liste.

3.2. Extensible Markup Language (XML)

XML predstavlja *markup* jezik koji definiše set pravila za enkodiranje dokumenta u format koji je čitljiv i za programera i za mašinu. Definisana je od strane *World Wide Web Consortium*- a (W3C) kroz XML 1.0 specifikaciju i predstavlja besplatan i otvoren standard. Predstavlja tekstualni format podataka sa podrškom *Unicode* karaktera za veliki broj govornih jezika.

Kao dodatak tome što je XML dobro formatiran, može se provjeriti validnost XML dokumenta. Ovo znači da je moguće izvršiti provjeru da li su svi elementi u XML- u opisani u skladu sa sintaksnim pravilima određenim XML šemom. XML procesori koji služe za obradu podataka mogu voditi računa o validnosti samog dokumenta, ali ukoliko vode, onda moraju imati mehanizam za prijavu grešaka ukoliko je dokument nevalidan [3].

3.3. Smart Test

Smart Test je alatka koja služi za razvoj i primjenu *Python* koda prvenstveno u cilju automatskog testiranja softvera a zatim i u automatizaciji postavke softvera na enterprise sisteme. Sa instalacijom *ST*- a dolaze mnogi *Python* moduli koji uveliko olakšavaju pisanje skripti za automatizaciju. Na slici ispod je izgled GUI dijela *ST* aplikacije koji se zove *Test Runner*.

Pokretanjem *Python* skripti koristeći *Test Runner* alat pruža nam se mogućnost korištenja njegovih *C#* i *Python* modula. Neki od njegovih modula omogućavaju i izvršavanje skripti na udaljenim mašinama iz drugih domena, što je i najčešće korišten način postavljanja i konfiguracije instalacija na distribuiranim sistemima.

Druga aplikacija koju donosi *ST* je *STAgent* koji na mašini na kojoj je instaliran kreira port preko kog prima instrukcije pisane u *Python* jeziku.

3.4. Smarter

Smarter je web aplikacija koja se nastavlja na *ST* alatku i koja omogućava pokretanje procedura automatskih postavki softvera, praćenje postavki u realnom vremenu, zakazivanje unaprijed planiranih postavki, i slanje izvještaja po završetku procedure za postavku softvera.

4. POSTOJEĆA AD INFRASTRUKTURA

4.1. Podešavanje sistema

Da bi bilo moguće izvršavati AD skripte na distribuiranim sistemima u drugim domenima potrebno je odraditi korake kako bi se moglo pristupiti mašinama u sistemu. Koraci koji treba da se odrade su:

- *User Account Control* (UAC) treba da se isključi na svim mašinama.

- *Smart Test* alat treba da se instalira na sve mašine u sistemu i *STAgent* aplikacija treba da se pokrene.
- Na jednoj mašini je potrebno kreirati jednu *public* lokaciju koja će biti dostupna iz drugih domena.

Svaki sistem treba da ima definisanu konfiguraciju opisanu XML jezikom. Potrebno je kreirati XML fajlove koji sadrže opisanu fizičku i softversku konfiguraciju sistem i .json fajl koji povezuje softversku i hardversku konfiguraciju sistema.

4.2. Hardverska konfiguracija sistema

XML fajl koji opisuje hardversku strukturu sistema ima u sebi sve potrebne informacije koje su potrebne za pristup mašinama u njegovom domenu. Sadrži imena domena, imena *user*- a i šifre za pristup, imena i ip adrese mašina u sistemu, druge detalje koji su potrebni za konfiguraciju softvera na njima. Primjer XML fajla za opis hardverske infrastrukture sistema:

```
<Deployment Name=" " Version=" " Description=" " >
  <Installations ShareLocation=" " Product=" " />
  <Zone Name=" " >
    <Users>
      <User Role=" " Name=" " Password=" " />
    </Users>
    <System Name=" " Role=" " >
      <Machine Name=" " IP=" " >
        <ScadaRoles> </ScadaRoles>
        <ScadaFeatures></ScadaFeatures>
        <Roles> </Roles>
        <ProductAddons> </ProductAddons>
        <ProjectAddons></ProjectAddons>
        <ServicesNames> </ServicesNames>
        <Conditions>
          <Condition Name=" " Value="True" />
          <Condition Name=" " Value="True" />
          <Condition Name=" " Value="True" />
          <Condition Name=" " Value="True" />
        </Conditions>
      </Machine>
    </System>
  </Zone>
  <Parameters>
    <Parameter Name=" " Value=" " />
    <Parameter Name=" " Value=" " />
  </Parameters>
  <DataTypes>
    <DataType DmsDataType=" " Dataset=" " />
    <DataType DmsDataType=" " Dataset=" " />
  </DataTypes>
</Deployment>
```

4.3. Softverska konfiguracija sistema

Softverska konfiguracija sistema je sadržana u posebnoj XML fajlu koji se pravi posebno za svaki distribuirani sistem. On u sebi sadrži spisak metoda koje je potrebno primijeniti na sistemu da bi softver mogao ispravno da funkcioniše. Pored tih metoda fajl sadrži i logiku koja određuje na kojim serverima će biti primjenjena koja metoda. Smisao distribuiranog sistema je da se konfiguracija koliko je moguće bolje rasporedi na više servera i cilju bržeg i stabilnijeg rada instaliranog softvera. Svaki server ima svoju ulogu u radu softvera pa samim tim od vrste servera, na njega ide tačno definisana procedura konfiguracije. Primjer XML fajla za opis softverske konfiguracije sistema:


```

<Software>
  <Installations>
    <Product Install=" " />
  </Installations>
  <Configuration>
    <PreRemove>
      <Step Name=" " ExecuteOn=" ">
        <Roles> </Roles>
        <Conditions>
          <Condition Name=" " Value="True" />
        </Conditions>
      </Step>
      <Step Name=" " ExecuteOn=" ">
        <Roles> </Roles>
        <Conditions>
          <Condition Name=" " Value="True" />
        </Conditions>
      </Step>
    </PreRemove>
    <PreInstall>
      <Step Name=" " ExecuteOn=" ">
        <Roles> </Roles>
        <Conditions>
          <Condition Name=" " Value="True" />
        </Conditions>
      </Step>
    </PreInstall>
    <PostInstall>
      <Step Name=" " ExecuteOn=" ">
        <Roles> </Roles>
        <Conditions>
          <Condition Name=" " Value="True" />
        </Conditions>
      </Step>
      <Step Name=" " ExecuteOn=" ">
        <Roles> </Roles>
        <Conditions>
          <Condition Name=" " Value="True" />
        </Conditions>
      </Step>
    </PostInstall>
  </Configuration>
</Software>

```

4.4. Opis postojeće AD procedure

Koristeći module koje donosi *Smart Test* alat imamo mogućnost pristupa udaljenim sistemima iz drugih domena. Na taj način na njima možemo da izvršavamo *Python* skripte. Pristup udaljenoj mašini počinjemo tako što iz XML-ova za konfiguraciju iščitamo kredencijale koji su nam potrebni za pristup, kao što su ip adrese, imena i šifre *user-* a.

Te skripte su povezane u logičke cjeline koje se zovu *Install plan*-ovi. U nastavku je dat primjer takvog jednog plana:

```

<install_plan>
  <test name="SCRIPT_1" />
  <test name="SCRIPT_2" />
  <test name="SCRIPT_3" />
  <test name="SCRIPT_4" />
  <test name="SCRIPT_5" />
  <test name="SCRIPT_6" />
  <test name="SCRIPT_7" />
</install_plan>

```

4.5. Nedostaci AD procedure

Ideja AD- a je da se proje svega uštedi vrijeme potrebno za konfiguraciju distribuiranih sistema, i da se eliminiše ljudski faktor koji donosi najviše sitnih grešaka koje se kasnije jako teško otkrivaju. Zbog toga se AD instalacioni planovi najčešće puštaju u noćnim terminima van radnog vremena. Tada je nemoguće pratiti izvršavanje skripti i procedura je takoreći prepuštena sama sebi, odnosno zavisi od trenutnog stanja distribuiranog sistema. Sve skripte u planovima su logički povezane da bi se izbjeglo nevalidno stanje sistema. Tako da ako se desi kvar na samo jednom mašini u toku izvršavanja neke od skripti,

cijela procedura koja dolazi kasnije se preskače i *Smarter* zatvara proceduru i šalje izvještaj.

Distribuirani sistemi služe isključivo za testiranje softvera koji se razvija na njemu. To testiranje dosta često utiče na konfiguraciju sistema i to je jedan od glavnih problema sa kojima se susreće AD procedura.

Upravo ovim problemom se bavi ovaj rad. Ideja je da se napravi odvojena logika koja neće dirati postojeće AD skripte, već će tumačenjem izvještaja izvršavanja tih skripti donositi zaključke i ispravljati greške koje su se desile na sistemu.

5. OPTIMIZACIJA AD INFRASTRUKTURE

Primjer plana instalacije koji se najčešće koristi:

```

<install_plan>
  <test name="GET_INSTALLATION" />
  <test name="STOP_PROCESS" />
  <test name="UNINSTALL_CURRENT_VERSION" />
  <test name="INSTALLATION_DISTRIBUTION" />
  <test name="INSTALL_VERSION" />
  <test name="CONFIGURATION" />
  <test name="START_PROCESS" />
</install_plan>

```

Svaka od ovih skripti ima svoju funkciju u ciklusu reinstalacije softvera na sistemu. U svom radu one se susreću sa greškama na sistemu koje ne uspijevaju da prevaziđu, i dolazi do vanrednih prekida. U nastavku je opisana funkcija svake od skripti i razlozi koji dovode do grešaka u izvršavanju.

GET_INSTALLATION

Kopira instalaciju sa zvanične share lokacije na jednu dostupnu lokaciju na distribuiranom sistemu.

Greške:

1. Višestruka konekcija sa lokalne mašine prema zvaničnoj share lokaciji.
2. Ne postojanje instalacije na najnovijoj zvaničnoj lokaciji.

STOP_PROCESS

Zaustavlja sve procese vezane za trenutnu instalaciju softvera na sistemu.

Greške:

1. Nemogućnost povezivanja sa STAgentom na mašini.
2. Trenutna instalacija ne postoji na jednoj ili više mašina.
3. Nemogućnost zaustavljanja pojedinih procesa iz nepoznatih razloga.

UNINSTALL_CURRENT_VERSION

Skida trenutnu instalaciju softvera sa sistema.

Greške:

1. Nemogućnost povezivanja sa STAgentom na mašini.
2. Nepostojanje instalacionog fajla od trenutne instalacije na mašini.
3. Trenutnu instalaciju drže procesi koji stopirani prethodnom skriptom iako je uspješno izvršena.

INSTALLATION_DISTRIBUTION

Distribuirava novu instalaciju sa systemske interne share lokacije na tačno određene lokacije na svim mašinama.

Greške:

1. Nemogućnost povezivanja sa STAgentom na mašini.

INSTALL_VERSION

Instalira novu instalaciju na sve mašine.

Greška:

1. Nemogućnost povezivanja sa STAgentom na mašini.

2. Instalacija nije prošla uspješno iz nepoznatog razloga.

CONFIGURATION

Obavlja sve korake vezane za konfiguraciju nove instalacije.

Greške:

1. Nemogućnost povezivanja sa STAgentom na mašini.
2. Ostalo

START_PROCESS

Startuje sve procese koje donosi nova instalacija softvera.

Greške:

1. Nemogućnost povezivanja sa STAgentom na mašini.

Log() je klasa koja dolazi sa instalacijom ST alata i koja nam omogućava detaljan izvještaj o radu skripte. Na kraju izvršavanja svake Python skripte dobijamo log.xml fajl u kom se vidi svaka komanda koja je odrađena u skripti.

5.1. Analiza izvještaja skripti

Kao prvi korak analize izvještaja, kreirana je klasa **LogParser()** koja analizira log.xml dokument i na osnovu njega vraća informacije o tome koje su se greške desile i na kojim mašinama. Metode klase su sledeće:

test_status() vraća krajnje stanje izvršavanja skripte (**Succeeded** ili **Failed**);

get_errors(error_destination) prvo kreira na lokaciji *error_destination* tekstualne fajlove koje nose naziv identičan ip adresi mašine gdje se desila greška, i sadrže u sebi log greške koja se desila- zatim metoda vraća tu listu ip adresa mašina;

get_message_data vraća listu svih objekata poruka (klasa **Message()**) iz log fajla.

Na ovaj način, ako dodje do greške, od ukupnog izvještaja, dobijamo manje tekstualne fajlove na jednoj lokaciji koja je jedinstvena za svaku skriptu plana instalacije.

5.2. Metode za ispravljanje grešaka na sistemu

kill_explorer() - Zatvara sve windows explorer prozore na lokalnoj mašini sa koje puštamo AD skripte.

logoff(ip) - Skida sve korisnike sa mašine čiji ip je prosljeđen na ulazu.

cleanup_hdd(ip) - Sa određenih lokacija briše zastarjele fajlove i foldere u cilju oslobađanja memorija na mašinama sistema. Radi na mašini čija je ip adresa na ulazu metode.

uninstall(ip) - Skida postojeću instalaciju softvera sa mašine preko komandne linije. Radi na mašini čija je ip adresa na ulazu metode.

install(ip) - Instalira softver na mašinu. Radi na mašini čija je ip adresa na ulazu metode.

installation_distribution(ip) - Distribuirala instalacione fajlove sa sistemske share lokacije na ostale mašine. Radi na mašini čija je ip adresa na ulazu metode.

restart_machine(ip) - Restartuje mašinu čija je ip adresa na ulazu metode. Provjerava dostupnost mašine posle restarta.

stop_common_service(ip) - Zaustavlja common servis. Radi na mašini čija je ip adresa na ulazu metode.

5.3. Opis procesa prepoznavanja i ispravljanja grešaka na sistemu

Kada neka AD skripta završi sa radom, koristeći metode klase **LogParser()** čitamo njen izvještaj i prepoznajemo greške koje su se dogodile u toku izvršavanja. Zatim, i zavisnosti od vrste problema koristimo neke od

navedenih metode, ispravljamo zatečeno stanje i ponovo puštamo skriptu da se izvrši.

6. ZAKLJUČAK

Glavni dio rada se odnosi na optimizaciju postojeće AD infrastrukture u cilju boljeg i stabilnijeg rada skripti koje realizuju proceduru automatske postavke i konfiguracije softvera na DMS distribuiranim sistemima. Postojeće AD metode su imale sigurnosne mjere koje su podrazumijevale prekid dalje konfiguracije u slučaju pojave grešaka na nekim od mašina. To je dovelo do nepotrebnog trošenja radnih sati odnosno ljudskih resursa, kako bi se ručno ispravile greške i nastavila postavka sistema. Uvođenjem novih metoda i novog načina izvršavanja istih skripti, zatim automatizacijom analize izvještaja, postigli smo značajne rezultate. U velikoj mjeri je povećana stabilnost skripti i kompenzovani su problemi koji se najčešće javljaju kod ovakvih procedura. Istina je da se ne može automatizovati ispravljanje baš svakog stanja sistema, kao što su problemi osnovne konfiguracije, ali uprkos tome, ovaj novi pristup je uveliko doprinio uštedi vremena i smanjenju ljudskog faktora u ovim procedurama.

AutoDeployment je dosta širok pojam koji se uvijek može proširivati i primjenjivati na sve procedure konfiguracije distribuiranih sistema i postavke i konfiguracije raznih softverskih instalacija na njemu. Ovim radom je pokrivena oblast optimizacije te infrastrukture u cilju smanjenja potrebe za ljudskim resursima i samim tim i uštede novca što je na današnjem tržištu neophodno za opstanak.

7. LITERATURA

- [1] M. Amin, Toward a smart grid: power delivery for the 21st century, Minneapolis: IEEE, 2005.
- [2] M. Huenerfauth, Introduction to Python, Penn State University, 2009.
- [3] C. M. Sperberg-McQueen, Extensible Markup Language 1.0, University of Illinois at Chicago, 1998.

Kratka biografija:



Marko Glogovac, rođen je 4. septembra 1989. godine u Mostaru, Republika B i H. 2008. godine je upisao "Fakultet tehničkih nauka" u Novom Sadu, odsjek za "Računarstvo i Automatiku". Osnovne akademske studije završio je 2014. Odmah nakon toga je upisao master akademske studije na smijeru "Automatika i upravljanje sistemima" gdje je ispunio sve obaveze i položio sve ispite predviđene studijskim programom.

**АРХИТЕКТУРА И СОФТВЕРСКА ПОДРШКА СИСТЕМА ЗА АНАЛИЗУ
ДРУШТВЕНИХ МРЕЖА****ARCHITECTURE AND SOFTWARE FOR A SOCIAL NETWORK ANALYSIS SYSTEM**

Ангелина Вујановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду презентована је микросервис архитектура у којој је сваки сервис задужен за комуникацију са друштвеним мрежама путем одговарајућих екстерних API-ја (енгл. *Application Programming Interface*). Поред сервиса за сваку од друштвених мрежа, креиран је и оркестратор сервиса који ради по принципу обрасца складишта (енгл. *Repository Pattern*). Такође, дат је опис креиране апликације која корисницима пружа могућност слања униформних порука, постављања статуса и измене личних информација на друштвеним мрежама. За потребе слања униформних порука креиран је текстуални наменски језик.

Кључне речи: Микросервис архитектура; Екстерни API-ји; Образац складишта; Текстуални наменски језик; Друштвене мреже.

Abstract – This paper presents a microservice architecture in which each service is in charge of communication with social networks through an appropriate external Application Programming Interface (API). In addition to services for each of the social networks, a service orchestrator is also created which implements Repository Pattern. The created application, which allows users to send uniform messages, set the status, change personal information on the social networks is described. For the purposes of sending uniform text messages a textual domain specific language (DSL) is described.

1 УВОД

Последњих година сведоци смо пораста популарности друштвених мрежа. Велике и мале компаније, као и појединци, све чешће користе друштвене мреже за своје представљање. За поменути сврху, потребан им је ефикасан начин презентовања, како би привукли потенцијалне нове кориснике и/или раднике. Неке од компанија имају запосленог задуженог само за представљање на друштвеним мрежама, који ручно врши преглед профила потенцијалних клијената/радника, слање порука, постављање статуса у име компаније и то на свакој друштвеној мрежи појединачно. На основу претходно изложеног уочена је потреба за апликацијом која би корисницима омогућила да са једног места истовремено врше слање порука и/или постављање статуса на све изабране друштвене мреже.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Иван Луковић, ред. проф.

Главни задатак овог рада јесте имплементација претходно описане апликације. За потребе рада изабране су друштвене мреже: *ВКонтакте*, *Twitter* и *LinkedIn*. Задатак рада јесте и успостављање микросервис архитектуре у којој би сваки сервис био задужен за комуникацију са једном од друштвених мрежа путем одговарајућег екстерног API-ја (енгл. *Application Programming Interface*). Поред сервиса задужених за комуникацију са друштвеним мрежама, потребно је креирати оркестратор сервиса који би радио по принципу обрасца складишта (енгл. *Repository Pattern*). Задатак оркестратора сервиса је да преусмерава захтеве клијента на одговарајући сервис задужен за рад са друштвеним мрежама. Још један задатак рада је креирање текстуалног наменског језика за потребе слања униформних порука на друштвеним мрежама. Остатак рада има следећу структуру. У секцији 2 дат је опис изабраних друштвених мрежа, њихових API-ја и опис података преузетих са друштвених мрежа. Секција 3 приказује испројектовану микросервис архитектуру. У секцији 4 дат је опис обрасца складишта по чијем принципу треба да ради оркестратор сервиса. Секција 5 садржи опис предложеног текстуалног наменског језика и начин његове примене. У секцији 6 презентована је развијена апликација и њене функционалности. На крају рада изложени су најважнији закључци.

2 ОПИС ИЗВОРА ПОДАТАКА

У овој секцији дат је опис коришћених друштвених мрежа *LinkedIn*, *Twitter* и *ВКонтакте*. Такође, дат је опис екстерних API-ја и података преузетих са друштвених мрежа.

2.1 ВКонтакте

ВКонтакте је највећа друштвена мрежа у Русији која корисницима пружа могућност слања порука, креирања група, јавних страница, догађаја, дељења слика, аудио и видео записа и играње игрица.

ВКонтакте мрежа омогућава приступ подацима програмски, путем јавно доступног API-ја. Коришћењем API-ја могу се креирати апликације које комуницирају са *ВКонтакте* мрежом, преузимају податке, постављају статусе и шаљу поруке. Да би апликација могла да користи API мора бити регистрована на *ВКонтакте* сајту за програмере и неопходно је да поседује овлашћење, односно ауторизацију од стране корисника или апликације. За добијање овлашћења користи се OAuth 2.0 [1] јавни протокол. Употребом OAuth добија се *access_token*,

посебан приступни кључ, низ цифара и карактера, без кога није могуће користити методе API-ја.

Након добијања токена потребно је креирати захтев за слање (POST) или захтев за прибављање (GET) како би се позвала API метода. Свака API метода враћа одговор на захтев у JSON (енгл. *JavaScript Object Notation*) формату. Поред JSON формата, одговор се може добити и у XML (енгл. *EXtensible Markup Language*) формату. У том случају је неопходно експлицитно навести формат, додавањем екстензије на крају назива методе. У овом раду је за потребе рада са *ВКонтакте* API-јем коришћена библиотека за .NET платформу, *VK.NET*.

2.2 Twitter

Twitter је веома популарна друштвена мрежа која корисницима пружа могућност постављања статуса дужине до 140 карактера, познатијег као *tweet*¹.

Twitter корисници могу да прате друге кориснике и/или да буду праћени и да контролишу видљивост својих *tweet*-ова. *Twitter* корисницима пружа могућност *retweeting*-а, односно дељење *tweet*-ова неког другог корисника са својим пратиоцима. Корисници приликом креирања *tweet*-а могу да додају ознаку (на енглеском *hashtag*), коришћењем специјалног карактера '#', пре жељене речи. Ове ознаке служе за категоризацију *tweet*-ова, ради лакше претраге. Попут *ВКонтакте* мреже и *Twitter* омогућава приступ подацима програмски, путем API-ја. Да би апликација могла да користи API мора бити регистрована на *Twitter* сајту за програмере и неопходно је да поседује ауторизацију од стране корисника или апликације. *Twitter* за ауторизацију користи OAuth јавни протокол.

API-ји за приступ подацима на *Twitter*-у деле се на два типа према начину приступа подацима: REST (енгл. *Representational State Transfer*) API и *Streaming* API. Коришћењем REST API-ја могуће је креирати, вршити измену, брисање, претрагу података, отпремање фајлова и др. *Search* API је део REST API-ја и задужен је за претрагу најновијих или најпопуларнијих *tweet*-ова постављених у последњих седам дана. Поред *Search* API-ја, REST API поседује и методе чији је задатак рад са временском линијом, методе за рад са пратиоцима, статусима, порукама и др. Као резултат метода враћа се објекат у JSON формату. *Streaming* API представља API задужен за рад са током података. Користи се приликом континуалног преузимања података истог типа. У овом раду је за потребе рада са *Twitter* API-јем коришћена библиотека за .NET платформу, *TweetSharp*.

2.3 LinkedIn

LinkedIn је пословна друштвена мрежа намењена људима који траже посао и послодавцима који су у потрази за новим радницима.

LinkedIn корисницима нуди могућност постављања радне биографије, дељење садржаја, придруживање групама и страницама, праћења огласа за посао итд.

Попут осталих друштвених мрежа, наведених у овом раду и *LinkedIn* је путем API-ја омогућио приступ својим подацима. Да би апликација могла да користи API мора бити регистрована на *LinkedIn* сајту за програмере и неопходно је да поседује ауторизацију од стране корисника или апликације. *LinkedIn* за ауторизацију користи OAuth 2.0 јавни протокол. Нажалост, од 2015. године *LinkedIn* је знатно ограничио могућности API-ја. Главни разлог је питање сигурности података. Изузетно мали број функционалности је остао доступан, а за све остале потребно је добијање посебних дозвола.

Постоје два типа API-ја: REST и *JavaScript* API. *JavaScript* API служи за интеграцију са произвољним сајтом или *web* апликацијом. REST API представља основу програмске интеракције са *LinkedIn*-ом. Пружа приступ подацима употребом REST позива, коришћењем HTTP (енгл. *HyperText Transfer Protocol*) метода. Коришћењем REST API-ја могуће је преузети податке само о личном профилу, постављати садржај и управљати страницама. API метода враћа одговор на захтев у JSON формату. Поред JSON формата, одговор може бити и у XML формату, али то је потребно експлицитно затражити приликом слања захтева. У овом раду је за потребе рада са *LinkedIn* REST API-јем коришћена библиотека за .NET платформу, *LinkedInNet*.

3 ОПИС АРХИТЕКТУРЕ СИСТЕМА

У овој секцији представљена је архитектура имплементираног система који се састоји из више независних компоненти, односно сервиса, где свака компонента може бити комплетна апликација. Овакав начин изградње система познат је као микросервис архитектура.

3.1 Увод у микросервис архитектуру

Микросервис архитектура представља начин изградње апликација као скупа мањих независних сервиса. Сервиси комуницирају преко мреже, коришћењем стандардних транспортних протокола, попут REST, JMS (енгл. *Java Message Service*) и др. Сваки сервис у микросервис архитектури енкапсулира по једну пословну функционалност и независно се развија, конфигурише и тестира [2]. Такође, сваки сервис поседује своју базу података. Мане микросервис приступа су велики број компоненти, комплекснија имплементација, немогућност сагледавања целокупног система и др.

Поред микросервис приступа постоји још један сличан приступ познат као SOA (енгл. *Service-Oriented Architecture*). Под појмом SOA-е подразумева се архитектурални стил који помоћу сервиса моделује информације садржане у систему и који промовише примену слабо повезаних сервиса у циљу осигурања пословне флексибилности.

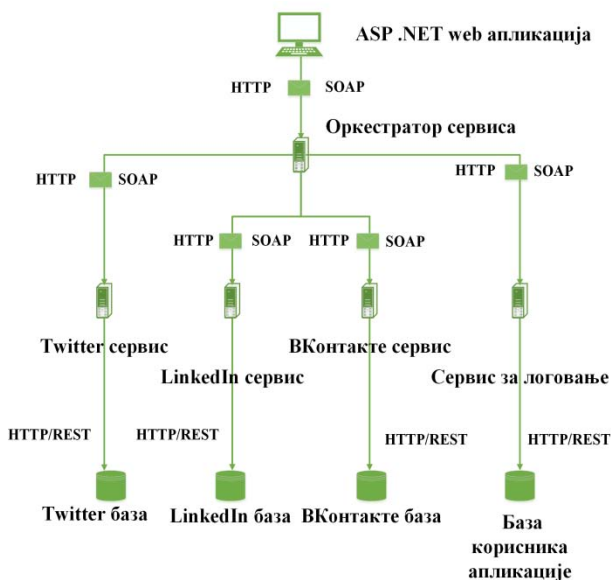
Иако оба приступа представљају сервисно-оријентисану архитектуру, SOA је знатно шири појам,

¹ Назив *tweet* је инспирисан звуком птица, односно опонашањем звука птица. У раду ће ова реч бити коришћена у изворном облику.

па се из тог разлога микросервиси могу посматрати као специјализација SOA-е.

3.2 Примена микросервис архитектуре

У овом раду за развој микросервис архитектуре коришћен је WCF, *Microsoft* технологија за изградњу сервисно-оријентисаних апликација. Као окружење за рад коришћен је *Visual Studio 2015 Enterprise Edition*. Архитектура система представљеног у овом раду обухвата пет сервиса, три за друштвене мреже (*ВКонтакте*, *Twitter* и *LinkedIn*), један за потребе пријаве на апликацију и један сервис који представља оркестратор, о чему ће се говорити у наредној секцији. Сваки од сервиса, сем оркестратора сервиса, поседује базу података. Комуникација са сервисима се обавља путем HTTP протокола, а протокол за размену порука је SOAP (енгл. *Simple Object Access Protocol*). Упити над базама врше се путем HTTP/REST протокола. Креиране WCF сервисе користи клијент ASP .NET *web* апликација. Архитектура имплементираниог система приказана је на слици 3.2.1.



Слика 3.2.1 Архитектура имплементираниог система

Основне компоненте потребне за изградњу апликације коришћењем WCF-а су WCF клијент, WCF сервис за угошћавање (енгл. *host*) и WCF сервис. WCF сервис дефинише пословну логику. WCF клијент се повезује са сервисом преко канала комуникације базираних на тачкама приступа. Тачка приступа је адреса на којој се сервис налази и она дефинише начин комуникације. Компоненте једне тачке приступа су адреса, повезивање и уговор (на енглеском мнемоник ABC – *address, binding, contract*). Адреса представља URI (енгл. *Uniform Resource Identifier*) преко ког се може приступити сервису. Уговор представља сет операција, путем којих се специфицира које функционалности сервис преко тачака приступа открива корисницима. Повезивање дефинише транспортни протокол путем ког се приступа сервису, формат поруке, протокол за поруке и сигурносни механизам.

Да би се креирао један WCF сервис потребно је:

- дефинисати податке који се размењују преко сервиса,
- дефинисати функционалности сервиса,
- имплементирати сервис,
- конфигурисати тачке приступа и понашање сервиса и
- угостити (*hosting*) сервис.

За изградњу микросервис архитектуре коришћене су стандардне .NET класе и интерфејси. Преко класа су репрезентоване поруке које сервиси размењују, док је сврха интерфејса да дефинише сет операција које треба открити клијентима преко тачака приступа. За потребе угошћавања сервиса коришћена је класа *ServiceHost*. Да би WCF клијент могао да комуницира са сервисом неопходно је креирати канал комуникације базиран на тачкама приступа. Канал комуникације је креиран коришћењем класе *ChannelFactory*.

3.3 База података

За потребе складиштења података одабрана је база из NoSQL система (енгл. *Not Only Structured Query Language*), *RavenDB* [3]. *RavenDB* је база података отвореног кода развијена за потребе .NET/Windows платформе. Припада групи база података оријентисаних ка документима. Документ у овим базама је еквивалент торки у релационим базама и у бази података постоји низ самосталних докумената. Подржани формати докумената су JSON и XML. HTTP/REST је подржан протокол комуникације.

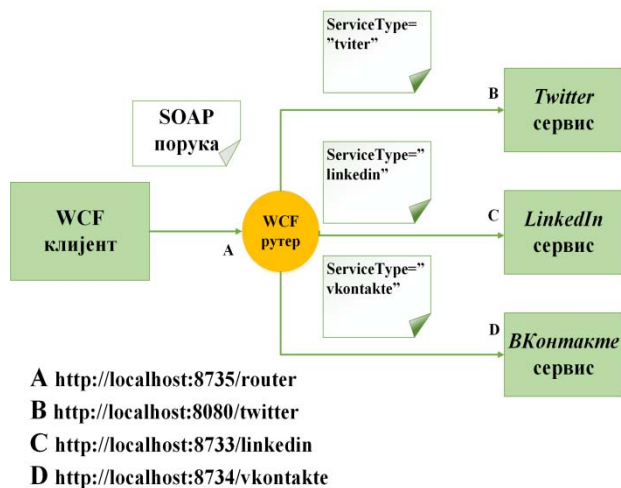
4 ОБРАЗАЦ СКЛАДИШТА

Образац складишта представља дизајн шаблон који служи као посредник између између слоја логики за приступ подацима и слоја пословне логики. Употребом обрасца складишта специфициран је начин добављања података из складишта података, мапирања добављених података на пословне ентитете и чувања промена насталих у раду са ентитетима.

Правилно коришћење обрасца складишта подразумева креирање интерфејса генеричког репозиторијума који енкапсулира сву логику приступа подацима у складишту података. За сваки тип ентитета који се користи у апликацији потребно је креирати конкретни репозиторијум. Конкретни репозиторијум наслеђује методе генеричког и по потреби додаје методе специфичне за посматрани тип ентитета које не постоје у генеричком репозиторијуму.

У овом раду је делимично примењен принцип рада обрасца складишта за потребе оркестратора сервиса. Попут интерфејса генеричког репозиторијума, креиран је WCF сервис који представља генерички репозиторијум за све сервисе и који садржи скуп метода потребних за рад осталих сервиса, попут методе за слање порука, методе за постављање статуса итд. Како SOAP протокол не подржава генеричност, свака од метода поседује параметар *ServiceType*, који говори о ком сервису се ради. Поред презентованог приступа креирања оркестратора сервиса, коришћен је још један. У другом приступу

задржан је WCF сервис (*IGeneralService*) са свим претходно набројаним методама. У овом приступу су у склопу сваког појединачног сервиса имплементирани методе *IGeneralService*-а. Оркестратор сервиса ради по принципу *RoutingService*-а, сервиса који врши преусмеравање захтева корисника на одређени сервис, на основу параметра/параметара унутар SOAP поруке (слика 4.1). Филтрирање SOAP поруке врши се коришћењем уграђених WCF механизма за филтрирање. У овом раду коришћен је *XPathMessageFilter* механизам за филтрирање који врши филтрирање SOAP порука на основу тачака приступа, имена или специјалних XPATH (енгл. *XML Path Language*) израза.



Слика 4.1 Оркестратор сервиса као *RoutingService*

5 ТЕКСТУАЛНИ НАМЕНСКИ ЈЕЗИК

У овој секцији дат је опис креираног наменског језика за потребе слања униформних порука изабраним пријатељима на друштвеним мрежама. Наменски језици су језици фокусирани на одређени домен примене.

За поступак креирања наменског језика неопходно је уочити концепте специфичне за дати домен [4]. Концепти специфични за домен слања униформних порука морају постојати на свакој од изабраних друштвених мрежа, тачније морају бити доступни применом API-ја. Учени концепти су: име (*FirstName*), презиме (*LastName*), датум рођења (*Bday*) и пребивалиште особе којој је порука намењена (*City*). Коришћењем креираног наменског језика корисник треба да буде у могућности да шаље поруке формата: „Hello {FirstName}{LastName}!“. Текст поруке није стриктно дефинисан, битно је између {} користити претходно набројане концепте. Називи концепата одговарају пољима класе *Person* која енкапсулира податке о пријатељима са друштвених мрежа. Након што корисник изабере пријатеље и унесе жељену поруку, у позадини се врши генерисање текста. За генерисање текста коришћена је *C#* библиотека *SmartFormat.NET*.

6 ОПИС АПЛИКАТИВНОГ РЕШЕЊА

Апликација која је предмет овог рада креирана је да подржи приказ пријатеља са друштвених мрежа (*Twitter*, *LinkedIn* и *ВКонтакте*), слање порука

изабраним пријатељима, преузимање информација о пријатељима, постављање статуса/*tweet*-а и измену личних информација. Апликација је имплементирана као *web* апликација како би на најбољи начин задовољила захтеве модерног пословног окружења.

За потребе слања порука и постављања статуса корисници апликације користе један исти налог на друштвеним мрежама. На *ВКонтакте* мрежи је то налог **Master Rad**, на *Twitter*-у **Master Rad** и на *LinkedIn*-у **Master Rad**. Поступак слања поруке подразумева избор пријатеља са друштвених мрежа и унос текста поруке. Текст се уноси у формату описаном у претходној секцији. Поред простора за унос текста поруке налази се излистан скуп концепата који се могу искористити, као што су *FirstName*, *LastName*, *Bday* и *City*. Поступак постављања статуса подразумева унос текста статуса и избор друштвене мреже/мрежа на којој/којима треба да се објави статус.

7 ЗАКЉУЧАК

Апликација која је предмет овог рада развијена је због потреба компанија и појединаца за што бољим коришћењем могућности које друштвене мреже пружају. Корисник треба само да унесе текст поруке и изабере жељене пријатеље са свих друштвених мрежа или унесе текст статуса и одабере мрежу/мреже на којима жели да постави статус, а остало је задатак апликације. Проблем приликом израде апликације представљао је *LinkedIn* API, односно ограничења која је поменути API увео. Због немогућности добијања информација о конекцијама корисника на *LinkedIn*-у није било могуће реализовати слање порука на овој мрежи. Даљи развој апликације подразумева прибављање одговарајућих дозвола од *LinkedIn*-а ради приступа подацима о конекцијама корисника, а затим и реализовање слања порука. Једно од унапређења могла би да буде анализа података са друштвених мрежа, посебно *LinkedIn*-а, где би се анализом информација о пословним способностима корисника могле слати поруке за посао за који су корисници специјализовани. Због лаке проширивости система могуће је једноставно додавање сервиса за комуникацију са другим друштвеним мрежама.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *OAuth* [Online] Доступно на: <https://oauth.net/>, (датум приступа 2016-10-15)
- [2] Newman S, *Building Microservices*, 1st Edition, O'Reilly Media, Inc, 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, 2015, ISBN: 978-1-491-95035-7
- [3] *RavenDB* [Online] Доступно на: <https://ravendb.net/>, (датум приступа 2016-09-25)
- [4] Brambilla M, Cabot J, Wimmer M, *Model-Driven Software Engineering in Practice*, Morgan&Claypoll Publishers, 2012, ISBN: 978-1-608-45882-0

Кратка биографија:



Ангелина Вујановић рођена је 1992. године у Шапцу, Република Србија. Факултет техничких наука у Новом Саду уписала је у јулу 2011. године, а завршила 28. септембра 2015. године. Исте године уписује мастер студије на Факултету техничких наука.

KLASIFIKACIJA TEKSTA BAZIRANA NA IMENOVANIM ENTITETIMA

TEXT CLASSIFICATION BASED ON NAMED ENTITIES

Stefan Anđelić, Đorđe Obradović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je analiza uticaja imenovanih entiteta na klasifikaciju teksta po tematici. Klasifikacija se vrši pomoću više klasifikatora kako bi se eliminisala mogućnost boljeg ishoda samo na osnovu odabranog algoritma. Dobijeni rezultati ne ukazuju na znatno poboljšanje u performansama kod modela koji su svesni imenovanih entiteta i u nekim slučajevima ih do određene mere pogoršavaju.

Abstract – This work contains an analysis of the impact that named entities have on text classification. Multiple classifiers have been trained so as to eliminate the chance of any results being a direct consequence of the chosen algorithm. Acquired results do not show any significant improvement when using named entities, and in some cases even show worse performance.

Ključne reči: *NER; klasifikacija teksta; obrada teksta; obrada prirodnog jezika; imenovani entiteti;*

1. UVOD

Kategorizacija teksta predstavlja jedan od najznačajnijih zadataka prilikom struktuiranja znanja iz pomenutih izvora, i deo je oblasti informacionih nauka pod nazivom prikupljanje informacija (information retrieval). Kategorizacija teksta predstavlja aktivnost labeliranja dokumenata napisanih u prirodnom jeziku, kategorijama iz predefinisano skupa. Ovakva klasifikacija za zadatak može imati prikupljanje raznih vrsta znanja poput informacija o sentimentu, odnosno pozitivnom ili negativnom kontekstu nekog teksta prema određenoj temi, ili pak određivanje same tematike koja je pokrivena u datom dokumentu.

Kao tvrdnja ovog rada, postavlja se hipoteza, da pojava imenovanih entiteta (poput ličnih imena) pruža veću sigurnost prilikom određivanja teme nekog teksta. Pronalaženje imenovanih entiteta u tekstu nije trivijalan zadatak i predstavlja glavni predmet izučavanja NER (*Named Entity Recognition*) kao grane obrade prirodnog jezika (NLP *Natural Language Processing*).

Ideja o upotrebi imenovanih entiteta pri klasifikaciji teksta nije nova, i pojavljuje se kao tema nekolicine radova poput [1], [2] i [3].

Glavni akcenat u ovim radovima je na upotrebi isključivo imenovanih entiteta za pronalaženje teme dokumenta. Ovaj rad za cilj ima da na sistematski način uporedi performanse modela dobijenih sa i bez uzimanja u obzir imenovanih entiteta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Obradović, docent.

2. REFERENTNI REZULTATI

U svom doktoratu [4], Ana Cardoso-Cachopo izlaže nekoliko metoda koje kombinuju ustaljene algoritme mašinskog učenja poput Naïve-Bayes, SVM, i k-NN (K Nearest Neighbours). Autorka pruža detaljan opis skupova podataka koji su upotrebljeni u ovom radu, kao i korake koji su preduzeti prilikom obrade teksta i pripreme za obučavanje klasifikatora. Skupovi podataka upotrebljeni u radu su 20 Newsgroups [5] sa standardnom podelom na test i trening skup po datumu, Reuters-21578 [6] podeljen na osam najzastupljenijih kategorija (R8) i sa 52 kategorije (R52) i WebKB [7] o kojima će biti više reči u daljem tekstu. Tabela 1 prikazuje dobijene vrednosti za meru tačnosti (accuracy).

Tabela 1. Mera tačnosti za osnovne algoritme

Metod klasifikacije	Tačnost za skup podataka			
	R8	R52	20 Ng	WebKB
kNN	0.8524	0.8322	0.7593	0.7256
Naïve Bayes	0.9607	0.8692	0.8103	0.8352

3. SKUPOVI PODATAKA I METODOLOGIJE

3.1. Skupovi podataka

U ovom radu klasifikacija se vrši nad tri od četiri skupa podataka pomenuta u [4], odnosno Reuters-21578 [6], 20 Newsgroups [5] i WebKB [7]. U narednim poglavljima opisana su ova tri skupa podataka i predstavljene preduzete mere da se ovi skupovi pripreme za fazu klasifikacije. Autor u radu [4] pruža već uređene skupove podataka sa uklonjenim nepotrebnim rečima i znakovima, svim rečima svedenim na koren i postavljenim na sva mala slova. Međutim ova činjenica predstavlja nepogodnost prilikom automatskog prepoznavanja imenovanih entiteta u NER koraku. Iz tog razloga, tekst dokumenata je ostavljen u izvornom obliku.

3.1.1. Reuters

Skup novinskih članaka iz Reuters baze, predstavlja jedan od najviše korišćenih skupova dokumenata za razvoj algoritama iz polja obrade teksta i prikupljanja informacija. Skup je prvobitno objavljen 1987. godine i predstavlja korpus od 21578 ručno labeliranih dokumenata od strane zaposlenih u Reuters-u kao i Carnegie Group korporacije [6].

Standardni način za određivanje skupa za testiranje i obučavanje postoji za ovaj skup podataka pod nazivom modApté podela. Konačno stanje za slučaj R8 (najboljih 8 grupa) skupa je 5485 obučavajućih dokumenata dok se test skup se sastoji od ukupno 2189 dokumenata.

3.1.2. 20 Newsgroups

Ovaj skup podataka predstavlja kolekciju od oko 20000 dokumenata, razvrstanih u 20 različitih kategorija, odnosno grupa vesti (newsgroups). Originalno sakupljen od strane Ken Lang-a [8]. Poput Reuters korpusa, 20

Newsgrups skup je postao popularan kao kolekcija za eksperimentisanje u domenu prikupljanja informacija i mašinskog učenja, poput klasifikacije i klasterovanja teksta.

Sam po sebi ovaj skup odlikuje vrlo ravnomerna raspodela dokumenata po temama u 18821 dokumenata. Tako temu sa najmanje dokumenata predstavlja talk.religion.misc sa 628 elemenata, dok je najrasprostranjenija tema rec.sport.hockey sa 999 dokumenata.

Standardna raspodela ovog skupa na podskupove za obučavanje i testiranje se svodi na raspodelu po datumu, u literaturi poznatoj kao bydate split. Ovakva raspodela predstavlja intuitivno dobar primer za testiranje algoritama koji bi se najverovatnije primenjivali na budućim dokumentima, uz svest o prethodnim. Pored toga raspodela zadržava odnos od 60% za obučavajući i 40% za test skup. Odnosno 11293 dokumenta za trening i 7528 za verifikaciju.

3.1.3. WebKB

WebKB, odnosno Word Wide Knowledge Base projekat je za zadatak imao sakupljanje stranica sa sajtova vezanih za računarske nauke koje su održavali razni univerziteti. Svi dokumenti formirani na ovaj način su ručno klasifikovani u 7 kategorija: student, faculty, staff, department, course, project i other.

Sam skup podataka je u dobroj meri uravnotežen, sa izuzetkom staff i department kategorija koje redom imaju 137 i 182 dokumenta. Prva sledeća kategorija, project, ima 504 dokumenta. Iz tog razloga, po uzoru na [4], iz dalje analize će se izuzeti staff i department kategorije kao i klasa other koja sadrži velik broj vrlo različitih dokumenata i uvodi šum u postupak klasifikacije.

U literaturi ne postoji standardni pristup podele WebKB skupa na podskupove za testiranje i obučavanje. Iz tog razloga uzeta je podela u kojoj figuriše 80% dokumenata za trening i 20% za test skup, što rezultuje sa 3357 trening i 840 test dokumenata.

3.2. Prepoznavanje imenovanih entiteta

NER za zadatak ima otkrivanje imena ljudi, organizacija, lokacija ili pak datuma i vremenskih odrednica, u tekstu napisanom prirodnim jezikom. Tako u rečenici: “*George Washington became the first president of the United States of America in 1789.*” pronalazimo četiri imenovana entiteta, odnosno lično ime *George Washington*, godinu *1789.* i državu *United States of America* kao lokaciju i rednu odliku *first*.

Kako bi se postavio dobar algoritam za prepoznavanje imenovanih entiteta, neophodno je izvesno eksperstko znanje iz polja lingvistike i procesiranja prirodnog jezika. Ovaj rad se neće baviti sopstvenom implementacijom sistema za prepoznavanje imenovanih entiteta, već se oslanja na upotrebu Stanford NER [9] sistema kroz Python NLTK (*Natural Language Toolkit*) biblioteku. Svaki od prethodno pomenutih dokumenata je potrebno izdeliti na rečenice, nakon čega NLTK biblioteka pronalazi sve imenovane entitete u rečenicama, pa zatim i čitavom tekstu. Ovako dobijeni entiteti koji mogu biti sačinjeni od više reči, se smatraju za ključne reči koje opisuju određeni tekst. Tek nakon ovog koraka je moguće transformisati tekst tako da je pogodniji za algoritme klasifikacije teksta i tako da se ne gube informacije o imenovanim entitetima.

3.3. Obrada teksta

Nestruktuirani tekst koji se dobija preuzimanjem relevantnih delova dokumenata iz navedenih skupova podataka nije pogodan za algoritme mašinskog učenja i formiranje klasifikatora. Iz tog razloga se svaki tekst opisuje putem n -dimenzionalnog vektora obeležja, odnosno modela vreće reči (*Bag of words*). Ovaj model ne zadržava informaciju o redosledu reči u tekstu, ali uzima u obzir frekvenciju pojavljivanja tih reči.

3.3.1. Tokenizacija teksta

Kako bi se dobile osobine teksta, odnosno formirao rečnik, potrebno je podeliti tekst na zasebne n -grame [10], odnosno sekvence od jedne ili više reči koje će predstavljati termove. Pošto je za ideju ovog rada potrebno izvršiti i prepoznavanje imenovanih entiteta, tokenizacija se vrši naporedo sa analizom delova govora, odnosno POS analizom (*Part of Speech Analysis*). Kao zadatak ove analize jeste izdvajanje n -grama, odnosno podskupova rečenice, i određivanje njihove funkcije u toj rečenici [11]. Postupak tokenizacije sa POS analizom se koristi jedino u slučajevima u kojima se analizira uticaj imenovanih entiteta. U suprotnom, tokenizacija se vrši isključivo podelom na zasebne reči. Tokom ovog koraka uklanjaju se suvišne, odnosno *stop* reči.

3.3.4. Leme reči

Kao što je napomenuto, model sam po sebi nije svestan gramatičkih pravila koja postoje u jeziku. Kako bi se različiti oblici u kojima se neka reč može pronaći sveli na jedinstven token, vrši se izdvajanje leme reči. Pod lemom se smatra reč koja bi se po konvenciji mogla pronaći u rečniku [12]. Na primer glagol to walk se može pronaći u oblicima poput walk, walks, walked ili walking, a čija lema je predstavljena kao bazni oblik walk. U proces lematizacije reči, veliku ulogu igra i njena funkcija u rečenici, koja je već određena tokom POS analize. Na ovaj način se rod, broj ili padež u kojem se reč nalazi ignoriše i nema uticaja na formiranje rečnika.

3.3.5. Težinski koeficijent imenovanih entiteta

Kako bi se analizirao uticaj imenovanih entiteta na performanse klasifikatora, uvodi se težinski koeficijent poput onog predloženog u [1] i označenog kao koeficijent snage imenovanih entiteta $\alpha \in \mathbb{R}$ i $\alpha \geq 0$. Koeficijent α se koristi tako što se frekvencija pojavljivanja imenovanih entiteta u modelu vreće reči pomnoži njime, čime se dodaju virtuelne ili oduzimaju pojave imenovanih entiteta u dokumentima.

3.3.6. Normalizacija vektorskog prostora

Dobijeni model vreće reči, nakon prethodno opisanih koraka sadrži velik broj reči, odnosno dimenzija, i često se radi o loše protumačenim velikim frekvencijama određenih reči. Iz tog razloga, iz dobijenog modela vreće reči se izvlače tf - idf osobine (*Term frequency-inverse document frequency*). Ideja tf - idf algoritma jeste da se vrednost frekvencije pojavljivanja reči normalizuje [13]. Ovaj pristup za posledicu ima bolju uslovljenost sistema i umanjenu varijaciju u vrednostima koje se dobijaju za frekvenciju reči.

4. EKSPERIMENTALNA EVALUACIJA

Evaluacija predloženog pristupa za klasifikaciju se odvija u tri različite konfiguracije za svaki od već navedenih skupova podataka, odnosno R8, R52, 20 Newsgrups i

WebKB. Nad pomenutim skupovima dokumenata obučavaju se Naive Bayes i SVM klasifikatori. Tri konfiguracije prilikom obučavanja su označeni sa BASE, NE(*Named Entity*) i NE_ONLY. BASE je referentni klasifikator koji ne vrši prepoznavanje imenovanih entiteta, već koristi isključivo ključne reči.

NE podrazumeva obučavanje klasifikatora koji će uzimati u obzir imenovane entitete kao i ostale ključne reči, u proporciji određenoj kroz koeficijent α . NE_ONLY predstavlja formiranje klasifikatora uzima u obzir jedino imenovane entitete i ignoriše ostale ključne reči. Kao mere za evaluaciju rešenja koriste se tačnost (accuracy), odziv (recall), f1 mera i preciznost (precision).

4.1. Reuters-21578 (R8)

R8 skup podataka je obrađen postupkom opisanim u prethodnim poglavljima i pokazuje rezultate koji elimično odstupaju od rezultata dobijenih u radu [4] prikazanih na tabeli 1.

4.1.1 BASE

Mere evaluacije za BASE konfiguraciju nad R8 skupom podataka su prikazane na tabeli 2, sa rečnikom od ukupno 21680 reči.

Tabela 2. R8 BASE

Metod klasifikacije	Tačnost za skup podataka			
	Accuracy	Precision	Recall	F1
NB	0.891	0.893	0.891	0.890
SVM	0.932	0.932	0.932	0.930

Na tabeli 2 prikazane su srednje vrednosti mera. Iako su srednje vrednosti jednake, za zasebne kategorije ove vrednosti imaju vrlo male pomeraje od srednje. Dok Naive Bayes vidi znatnije pogoršanje od SVM klasifikatora u odnosu na tabelu 1, oba slučaja se mogu pripisati donekle drugačijem načinu tokenizovanja i filtriranja dokumenata.

4.1.2 NE

Na slici 1.a i 1.b redom su prikazani grafici na kojima se vidi promena u odnosu na drugačije vrednosti koeficijenta α u rasponu od 0 do 5. Broj prepoznatih reči u rečniku iznosi 29767.

Tabela 1. NE Naive Bayes i SVM

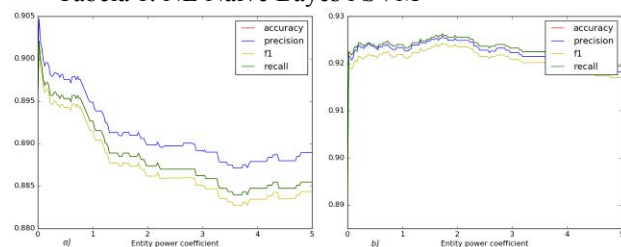


Tabela 3 prikazuje mere za najbolja dobijena rešenja u pogledu tačnosti.

Tabela 3. R8 NE

Metod klasifikacije	α	Tačnost za skup podataka			
		Accuracy	Precision	Recall	F1
NB	0.025	0.902	0.904	0.902	0.901
SVM	1.733	0.926	0.925	0.926	0.924

Dobijeni rezultati ukazuju na varijacije i kod samih algoritama, kada je reč o najboljoj vrednosti za koeficijent α . Oba algoritma imaju accuracy koji je vrlo blizu onom iz BASE konfiguracije, međutim za vrlo različite vrednosti koeficijenta, gde su kod NB klasifikatora najbolje mere dobijene za α blizu 0, a SVM za 1.73. Što

znači da su bolje performanse dobijene ignorisanjem imenovanih entiteta kod NB i pojačavanjem entiteta kod SVM klasifikatora.

4.1.3 NE_ONLY

Poslednja evaluacija nad R8 skupom uzima u obzir samo imenovane entitete, i u rečnik ne ulaze druge ključne reči.

Tabela 3. R8 NE ONLY

Metod klasifikacije	Tačnost za skup podataka			
	Accuracy	Precision	Recall	F1
NB	0.695	0.693	0.695	0.688
SVM	0.697	0.697	0.697	0.687

Kada se u obzir uzimaju jedino imenovani entiteti vidi se veliko pogoršanje u performansama. Broj naučenih reči u rečniku u ovom slučaju iznosi 14055 što je znatno manje od prethodna dva slučaja.

4.2 20 Newsgroups (20_NG)

Ovaj skup podataka odlikuje veći broj dokumenata nego kod R8 korpusa. Takođe, za razliku od Reuters članaka, u 20_NG skupu dokumenti predstavljaju elektronske poruke. Obučavaju se isti klasifikatori kao i nad prethodnim skupovima podataka, počev od referentnih klasifikatora.

4.2.1 BASE

Referentni klasifikator za 20_NG skup dokumenata pokazuje rezultate vrlo bliske onim dobijenim u radu [4]. Određeno je 110120 reči u rečniku. Rezultati referentne klasifikacije, prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. 20 Newsgroups BASE

Metod klasifikacije	Tačnost za skup podataka			
	Accuracy	Precision	Recall	F1
NB	0.814	0.816	0.814	0.811
SVM	0.810	0.811	0.810	0.802

4.2.2 NE

Kada su upitanju klasifikatori koji prepoznaju imenovane entitete, tačnost ne odstupa mnogo od referentnih vrednosti kao i kod prethodnih skupova podataka. Međutim vrednost koeficijenta snage entiteta je veća za maksimalne vrednosti tačnosti što se može videti na tabeli 5. Slike 2.a i 2.b prikazuju grafike koji odgovaraju redom Naive-Bayes i SVM klasifikatorima. Ukupan broj reči u rečniku je 125238.

Slika 2. 20 Newsgroups NE, Naive Bayes i SVM

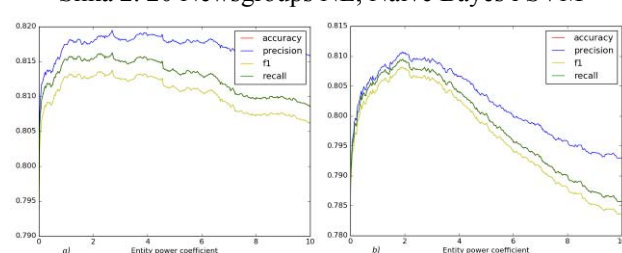


Tabela 5. 20 Newsgroups NE

Metod klasifikacije	α	Tačnost za skup podataka			
		Accuracy	Precision	Recall	F1
NB	2.706	0.816	0.819	0.816	0.813
SVM	1.929	0.809	0.810	0.809	0.808

4.2.3 NE_ONLY

Kao i u prethodnim slučajevima nad Reuters korpusom, klasifikatori obučeni nad samo imenovanim entitetima pokazuju pad u performansama. Broj izdvojenih reči u rečniku iznosi 40739 i rezultati su prikazani u tabeli 6.

Tabela 6. 20 Newsgroups NE ONLY

Metod klasifikacije	Tačnost za skup podataka			
	Accuracy	Precision	Recall	F1
NB	0.634	0.654	0.634	0.633
SVM	0.619	0.647	0.619	0.627

4.3 WebKB

Worldwide Knowledge Base skup podataka je poslednji nad kojim se vrši analiza klasifikacije pomoću imenovanih entiteta. Kao što je već napomenuto, dokumenti predstavljaju stranice na sajtovima sa četiri univerziteta.

4.3.1 BASE

Referentni Naïve-Bayes klasifikator zaostaje u performansama za rezultatima dobijenim u radu [4], međutim SVM ostaje dosledan. Broj reči u rečniku bez analize imenovanih entiteta iznosi 35731. Tabela 7 sadrži rezultate referentne klasifikacije.

Tabela 7. WebKB BASE

Metod klasifikacije	Tačnost za skup podataka			
	Accuracy	Precision	Recall	F1
NB	0.745	0.738	0.745	0.738
SVM	0.852	0.85	0.852	0.850

4.3.2 NE

Klasifikatori ne pokazuju znatne promene u performansama kada su u pitanju rečnici svesni imenovanih entiteta. Broj reči u rečniku je 52675 i rezultat za maksimalnu vrednost tačnosti je prikazan na tabeli 8. Slike 3.a i 3.b sadrže grafičke prikaze promene mera evaluacije u odnosu na koeficijent snage imenovanih entiteta u rasponu od 0 do 10.

Slika 3. WebKB NE

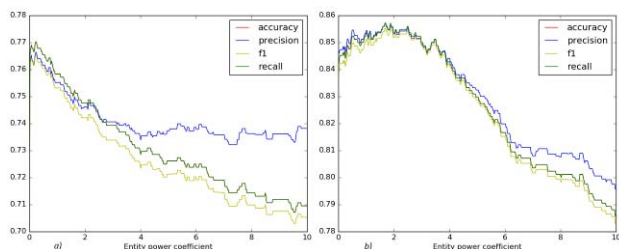


Tabela 8. WebKB NE

Metod klasifikacije	α	Tačnost za skup podataka			
		Accuracy	Precision	Recall	F1
NB	0.224	0.770	0.766	0.770	0.765
SVM	1.679	0.857	0.857	0.857	0.855

4.3.3 NE ONLY

Uzimajući u obzir samo imenovane entitete, klasifikatori ponovo pokazuju znatno umanjene performanse, sa rečnicima od 29346 entiteta. Tabela 9 prikazuje rezultate ove klasifikacije.

Tabela 9. WebKB NE ONLY

Metod klasifikacije	Tačnost za skup podataka			
	Accuracy	Precision	Recall	F1
NB	0.634	0.654	0.634	0.633
SVM	0.619	0.647	0.619	0.627

WebKB skup podataka pokazuje najveću fluktuaciju u tačnosti, kada je reč o SVM klasifikatoru i pokazuje vrlo očigledan pad za slučaj gde se koriste samo imenovani entiteti.

5. ZAKLJUČAK

Na kraju izvršene evaluacije uviđa se trend koji prati sva četiri skupa podataka. U generalnom slučaju dodavanje

svesti o imenovanim entitetima ne poboljšava rezultate koji su uvek bliski referentnim vrednostima za optimalne vrednosti koeficijenta α . Naïve-Bayes klasifikator, gotovo u svim slučajevima osim kod 20 Newsgroups skupa, preferira manje vrednosti koeficijenta snage imenovanih entiteta, odnosno teži da ignoriše entitete. Na osnovu dobijenih rezultata se ne može opravdati ekstenzivna upotreba imenovanih entiteta, koja u najboljem slučaju daje slične rezultate kao referentni klasifikatori. Upotreba isključivo imenovanih entiteta, bez drugih ključnih reči, uvek daje lošije rezultate. Otkriveni entiteti često sadrže reči koje nemaju smisla i ne predstavljaju korisnu informaciju. Takođe primena imenovanih entiteta prilikom klasifikacije teksta sa onlajn društvenih medija bi se mogla pokazati kao opravdana.

6. LITERATURA

- [1] Tru H Cao, Thao M Tang, and Chau Cuong K, "Text Clustering with Named Entities: A Model, Experimentation and Realization," in Data Mining: Foundations and Intelligent Paradigms.: Springer Berlin Heidelberg, 2012, ch. 10, pp. 267-287.
- [2] Nick Latourette and Cunningham Hugh, "Classification of News Articles Using Named Entities with Named Entity Recognition by Neural Network."
- [3] S Montalvo, R Martínez, A Casillas, and V & Fresno, "Bilingual news clustering using named entities and fuzzy similarity," International Conference on Text, Speech and Dialogue, pp. 107-114, September 2007.
- [4] Ana Margarida de Jesus Cardoso Cachopo, "Improving Methods for Single-label Text Categorization," PhD diss., Universidade Técnica de Lisboa, 2007.
- [5] Ken Lang, "20 Newsgroups," no. <http://qwone.com/~jason/20Newsgroups/>, August 2016.
- [6] Carnegie Group Inc. and Reuters Ltd., "Reuters-21578," <http://www.daviddlewis.com/resources/testcollection/s/reuters21578/>, August 2016.
- [7] A. Kiryakov, B. Popov, I. Terziev, D. Manov, and D. Ognyanoff, "Semantic annotation, indexing, and retrieval," Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, pp. 49-79, 2004.
- [8] Ken Lang, "Newsweeder: Learning to filter netnews," Proceedings of the Twelfth International Conference on Machine Learning, pp. 331-339, 1995.
- [9] The Stanford Natural Language Processing Group, "Stanford Named Entity Recognizer (NER)," <http://nlp.stanford.edu/software/CRF-NER.shtml>.
- [10] Daniel Jurafsky Martin and James H., "Speech and Language Processing," September 2014.
- [11] Steven Bird, Ewan Klein, and Edward Loper, "Natural Language Processing with Python," 2014.
- [12] Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, and Hinrich Schütze, "Introduction to Information Retrieval," Cambridge University Press, 2008.
- [13] Juan Ramos, "Using tf-idf to determine word relevance in document queries," Proceedings of the first instructional conference on machine learning, 2003.

Kratka biografija:



Stefan Anđelić rođen je 1992. godine u Novom Sadu. 2011. godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika. Osnovne akademske studije završava 2015. godine.

SOFTVERSKI SISTEM ZA SIMULTANU LOKALIZACIJU I MAPIRANJE BAZIRAN NA ANALIZI VIDEO SNIMAKA

SOFTWARE SYSTEM FOR SIMULTANEOUS LOCALIZATION AND MAPPING BASED ON VIDEO CONTENT ANALYSIS

Ivan Perić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratka sadržaj – U radu je specificiran i implementiran sistem koji koristi samo jednu kameru za simultanu lokalizaciju i mapiranje pređenog puta u kome se ona nalazi, bez korišćenja dodatnih senzora. Nepostojanje dodatnih senzora smanjuje cenu hardvera koji je neophodan za rad sistema, ali zato softverska kompleksnost sistema značajno raste. U implementaciji sistema je korišćena Shi-Thomasi metoda za detekciju objekata za praćenje, analiza optičkog toka Lucas-Kanade metodom, RANSAC algoritam za filtriranje vektora optičkog toka i Kalmanov filter za poboljšanje estimacije pozicije kamere.

Abstract – This paper consists of the formal specification and implementation of the system for simultaneous localization and mapping based on video content analysis from one camera, without usage of any additional sensors. Lack of sensors lowers the system price, but software complexity becomes very high. Shi-Thomasi corner detection method is used in system implementation, as well as Lucas-Kanade optical flow method, RANSAC algorithm for optical flow vector filtering and Kalman filter for correction of the camera position.

Cljučne reči: SLAM, računarska vizija, Kalmanov filter, analiza optičkog toka, RANSAC algoritam, Shi-Thomasi metoda

1. UVOD

U radu je izvršeno formalno specificiranje sistema za simultanu lokalizaciju i mapiranje baziran na analizi video snimaka. Simultana lokalizacija i mapiranje (engl. SLAM) je problem koji se često sreće u robotici. Osnovna ideja leži u činjenici da bi robot trebao da bude u mogućnosti da samostalno mapira prostor oko sebe, a da istovremeno vodi računa i o tome gde se on u njemu nalazi. Sistem koji je predmet ovog rada koristi samo jednu kameru za tu namenu, bez dodatnih senzora. U implementaciji rada su korišćene tehnike računarske vizije, algoritmi numeričke matematike i drugi. U narednom poglavlju će biti predstavljena specifikacija sistema koji je predmet ovog rada. U trećem poglavlju će biti izvršena verifikacija rada sistema sa stanovišta performansi i sa stanovišta tačnosti, dok će u četvrtom poglavlju biti predstavljeni neki dalji koraci istraživanja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Obradović, docent.

2. SPECIFIKACIJA SISTEMA

Softverski sistem koji je predmet ovog rada podeljen je u sedam podsistema koji obavljaju logički slične zadatke. Na taj način je lakše pratiti sam tok procesa simultane lokalizacije i mapiranja. Na slici 1 prikazan je konceptualni blok dijagram sistema.

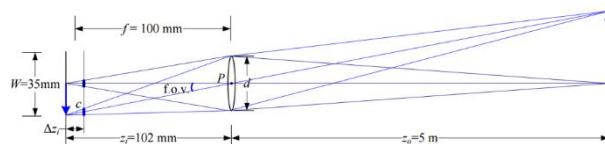


Slika 1. Konceptualni dijagram sistema

U narednim segmentima će biti opisan svaki podsistem pojedinačno, uz izlaganje osnovnih teorijskih principa koji su neophodni za njihovo razumevanje. Ulaz u sistem je video zapis. Svaki frejm video zapisa prolazi kroz podsisteme softverskog sistema koji će ga obrađivati, modifikovati i iz njega izvlačiti podatke neophodne za praćenje i mapiranje.

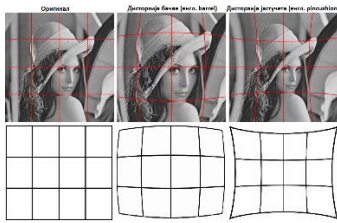
2.1. Podsistem za kalibraciju kamere

U ovom segmentu će ukratko biti opisano sočivo kamere i njegove osnovne osobine i nedostaci. Neki od tih nedostataka utiču na obradu videa u sistemu koji se opisan u ovom radu, pa je neophodno definisati samu fiziku sočiva, koja je prikazana na slici 2. [1].



Slika 2. Model sočiva

Činjenica da sočivo postoji i da ono nije savršeno tanko, dovodi do mnoštva mogućih defekata slike, odnosno javljaju se takozvane aberacije sočiva. Tako na primer dolazi do određene sferne distorzije slike (sferna aberacija) zahvaljujući činjenici da tačka gde se zraci fokusiraju zavisi od udaljenosti izvora tog talasa od optičke ose. To za posledicu ima da prave linije na sceni ostaju zakrivljene na slici. Odstranjivanje sferne distorzije predstavlja rešiv problem zahvaljujući kalibraciji kamere. Vrste distorzije slike su prikazane na slici 3.



Slika 3. Distorzija sočiva: a) originalna slika, b) distorzija bačve kod sabirnih sočiva (engl. barrel), c) distorzija jastučeta (engl. pincushion)

Podsistem za kalibraciju kamere vrši izračunavanje parametara njenog sočiva, koji se nakon toga skladište unutar sistema. Postupak kalibracije se svodi na snimanje šablona poznatih proporcija i osobina, iz nekoliko uglova i mapiranje projektovanih tačaka na tačke u 3D prostoru. Svaka slika sa prepoznatim šablonom definiše novu jednačinu koja uzima u obzir *extrinsic* i *intrinsic* parametre kao i koeficijente distorzije [2].

2.2. Podsistem za korekciju digitalne slike

Ulaz ovog podsistema predstavlja ulaz celokupnog softverskog sistema i svaki frejm video snimka koji se koristi za lokalizaciju i mapiranje prolazi prvo kroz ovaj podsistem. Tako obrađeni frejm se prosleđuje ostalim podsistemima.

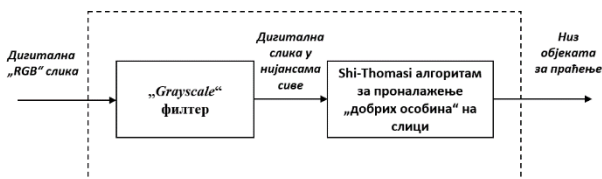


Slika 4. Podsistem za korekciju digitalne slike

Pored digitalne slike nad kojom se vrši korekcija, na ulaz ovog podsistema se dovodi i izlaz podsistema za kalibraciju kamere. Podsistem za korekciju digitalne slike vrši preuzimanje tih parametara, odnosno preuzimanje matrice kamere, i vrši korekciju distorzije slike koja je nastala kao posledica nesavršenosti sočiva kamere. Ispravljena digitalna slika se koristi u ostatku softverskog sistema, koji će je preuzimati po potrebi iz ovog podsistema.

2.3. Podsistem za pronalaženje objekata od interesa

Da bi se omogućila analiza pokreta u video zapisu, potrebno je definisati neke ključne tačke na osnovu kojih će biti izračunati parametri kretanja. Ovaj proces se može podeliti u više faza. Blok dijagram ovog podsistema je prikazan na slici 5.



Slika 5. Podsistem za pronalaženje objekata od interesa

Većina algoritama za detekciju dobrih objekata za praćenje koristi pretpostavku da je ulazna fotografija funkcija intenziteta osvetljenosti piksela u zavisnosti od njihovih koordinata. Zbog toga se fotografija, pre

detekcije objekata za praćenje, transformiše u fotografiju čiji pikseli predstavljaju količinu osvetljenosti na odgovarajućim koordinatama fotografije. Za tu namenu se koristi *grayscale* filter.

Jianbo Shi i Carlo Thomasi u svom istraživanju [3] predlažu jedan algoritam za detekciju dobrih osobina za praćenje. Oni pokazuju kako pratiti kvalitet praćenih objekata slike u procesu praćenja pokreta korišćenjem mere različitosti (engl. *dissimilarity*) koja kvantifikuje promenu izgleda objekta između prvog i trenutnog frejma video sadržaja. Mera različitosti predstavlja ostatak objekta koji je nastao na prvom frejmu i došao je do trenutnog frejma. Kada mera različitosti postane prevelika, praćeni objekat treba napustiti i poželjno je naći neki drugi. Shi-Thomasi detektor predstavlja evoluciju algoritama koje su predstavili *Moravec* [4] i *Harris-Stephens* u [5].

Metoda se temelji na računanju autokorelacione matrice koja opisuje distribuciju gradijenta u lokalnom susedstvu neke tačke, tj. piksela, na slici. U suštini, pronalazi se razlika u intenzitetu za pomeraj (u, v) u svim pravcima:

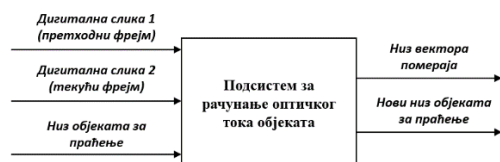
$$E(u, v) = \sum_{x,y} w(x, y) [I(x + u, y + v) - I(x, y)]^2 \quad (1)$$

Funkcija $w(x,y)$ predstavlja tzv. funkciju prozora. To je obično pravougaoni ili Gausov prozor u kome se pikselima ispod njega dodaju težinski faktori. $I(x+u,y+v)$ predstavlja pomereni intenzitet (engl. *shifted intensity*), dok je $I(x,y)$ nepomereni intenzitet. Ideja celog postupka jeste da se maksimizuje funkcija $E(u,v)$ za detekciju ivica.

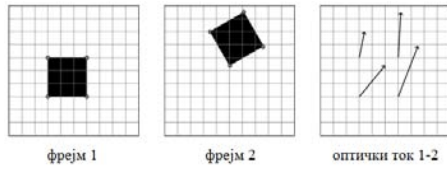
Od svih potencijalnih kandidata sistem odabira najboljih N . Proces selekcije počinje tako što se svi kandidati sortiraju po tome koliko su dobri. Nakon toga se odabere najbolji od njih i eliminišu se svi ostali kandidati koji su mu blizu. Proces se nastavlja dok se ne izabere N najboljih kandidata.

2.4. Podsistem za računanje optičkog toka objekata

U ovom poglavlju je specificiran podsistem za računanje optičkog toka objekata. Osnovni zadatak ovog podsistema jeste određivanje vektora pomeraja kamere, ili vektora pomeraja scene. Da bi se mogao analizirati pomeraj kamere ili scene neophodno je imati bar dve referentne pozicije na osnovu kojih će te takvi vektori biti izračunati. Ceo sistem se bazira na analizi video sadržaja, tako da će u ovaj podsistem dolaziti uređeni parovi frejmova video sadržaja. Konceptualni dijagram ovog podsistema je prikazan na slici 6.



Slika 6. Podsistem za računanje optičkog toka objekata
Optički tok predstavlja šablon pomeraja objekata, površina i ivica na sceni. Izazvan je pomerajem između posmatrača (oko ili kamera) i scene. Suštinski predstavlja raspodelu vektora brzine praćenih tačaka. primer optičkog toka je prikazan na slici 7.



Slika 7. *Primer polja optičkog toka kod pomeraja objekta*
 Kako bi izračunali procenu optičkog toka u dve dimenzije, uvodi se pretpostavka da je $I(x, y, t)$ centralni piksel u kvadratu dimenzija $n \times n$ i da se isti pomeri za δ_x, δ_y za vreme δ_t do pozicije $(x + \delta_x, y + \delta_y, t + \delta_t)$. Pošto su $I(x, y, t)$ i $I(x + \delta_x, y + \delta_y, t + \delta_t)$ slike sa istim tačkama, dobija se:

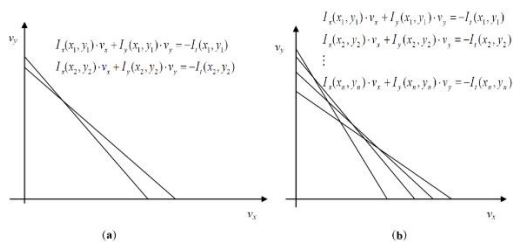
$$I(x, y, t) = I(x + \delta_x, y + \delta_y, t + \delta_t) \quad (2)$$

Prethodna jednačina je poznata kao jednačina optičkog toka u ravni. Vrednosti promena δ_x, δ_y i δ_t nisu velike. Nakon ovog koraka se vrši aproksimacija prethodne jednačine Tejlorovim redom. Dalji tok izvođenja je naveden u [6].

Nakon izvođenja se dobije jednačina sa dve nepoznate, koja se ne može rešiti. Tada se koristi *Lucas-Kanade* metoda za aproksimaciju rešenja.

Osnovna ideja ove metode leži u pretpostavci da je polje optičkog toka prostorno održivo, odnosno da svi pikseli koji upadaju u neki prozor dimenzija $n \times n$ imaju identičnu vrednost brzine v , pa je optički tok u tom prozoru konstantan [7].

Kao rezultat se dobija skup jednačina koji ima više jednačina od broja promenljivih (slika 8b) [8].



Slika 8. *Presek a) dve jednačine optička toka, b) više jednačina optičkog toka (predefinisani sistem)*

U ovom slučaju se koristi metoda najmanjih kvadrata da bi se aproksimiralo jedinstveno rešenje sistema jednačina. Nakon procesa izvođenja, koji je naveden u [7], dobija se izraz za računanje vektora optičkog toka (3):

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_i I_x(p_n)^2 & \sum_i I_x(p_n)I_y(p_n) \\ \sum_i I_x(p_n)I_y(p_n) & \sum_i I_y(p_n)^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\sum_i I_x(p_n)I_t(p_n) \\ -\sum_i I_y(p_n)I_t(p_n) \end{bmatrix}$$

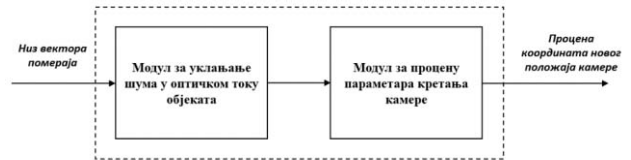
Izlaz ovog podsistema jeste niz svih vektora optičkog toka za sve praćene objekte.

2.5. Podsistem za estimaciju parametara kretanja

Podsistem za estimaciju parametara kretanja ima zadatak da na osnovu analize optičkog toka objekata na sceni odredi parametre kretanja kamere, odnosno intenzitet i ugao pomeraja.

Na slici 9 je prikazan konceptualni dijagram podsistema za estimaciju parametara kretanja.

Polje optičkog toka može biti dosta zašumljeno, pogotovu ako je scena skoro homogena što rezultuje težim praćenjem objekata. Primer zašumljenog polja optičkog toka je dato na slici 10.

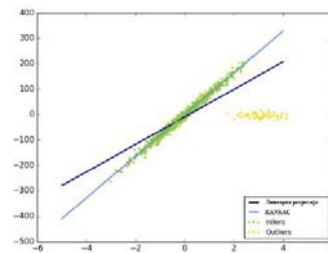


Slika 9. *Podsistem za estimaciju parametara kretanja*



Slika 10. *Zašumljeno polje optičkog toka*

Osnovna ideja iza uklanjanja šuma leži u činjenici da većina vektora ima sličan pravac. Na taj način se može zaključiti šta je šum a šta ne. U ovu svrhu je korišćen RANSAC algoritam, koji za razliku od regresije metodom najmanjih kvadrata ne mora da obuhvati sve podatke. On pronalazi podskup koji može najbolje da aproksimira, dok ostale elemente proglašava autlajerima (engl. *outliers*), što se vidi na slici 11.



Slika 11. *Razlika između regresije metodom najmanjih kvadrata i RANSAC algoritma*

Nakon procesa filtriranja, rezultatni vektor pomeraja se računa prostim usrednjavanjem preostalih vektora. Nakon toga se računa nova pozicija kamere, uzimajući u obzir njenu orijentaciju i razliku prethodnog i trenutnog ugla.

2.6. Podsistem za poboljšanje estimacije

Ukoliko se procenjena vrednost novog položaja kamere u ostatku sistema koristi baš u svom izvornom obliku, bez poboljšanja, može se dogoditi da mapa kretanja izgleda nepravilno. Naime, noseća konstrukcija na koju je pričvršćena kamera obično neće biti savršeno mirna. Sitne vibracije noseće konstrukcije će rezultovati putanjom koja neće biti savršeno prava, čak i ako se kamera kretala pravo. Ukoliko je kamera pričvršćena za vozilo, vibracije su logična pojava. Kada kameru nosi čovek vibracije će se dogoditi prilikom njegovog hoda ili zbog sitnih podrhtavanja ruku koje drži kameru. Koliko god sitne te vibracije bile, one će biti detektovane na prelazu između susjednih frejmova i unosiće šum u ceo sistem. Osnovna ideja iza metodologije za poboljšanje estimacije se krije u činjenici da se kamera kreće po zakonima fizike, pošto će kamera u opštem slučaju biti pričvršćena na vozilo u pokretu. Nije moguće da vozilo pri velikoj brzini napravi ogroman ugao skretanja, recimo 90°. Tako „oštri“ uglovi će se događati prilikom vibracije kamere i mogu se eliminisati ako se uzmu u obzir zakoni kretanja iz fizike. Na osnovu teorije iz opšteg modela Kalmanovog filtera [9] može se zaključiti da bi se upravo ovaj filter mogao primeniti za ovakav vid poboljšanja estimacije.

Ulazni tok podataka u sistem, na osnovu kojeg se vrši predikcija budućeg stanja, sastoji se isključivo od koordinata položaja kamere u realnom svetu. Kalmanov filter koristi vrednost trenutnog i jednog prethodnog merenja, tako da će ulaz sistema biti procena trenutnog položaja i prethodni položaj kamere. Kako je navedeni model formiran u diskretnom domenu, kretanje objekta modelujemo aproksimacijom brzine i ubrzanja diferencnim jednačinama, pri čemu je trajanje intervala T jednako jednom koraku, odnosno T=1.

$$v[n] = \frac{x[n] - x[n-1]}{T} \quad (4)$$

$$a[n] = \frac{v[n] - v[n-1]}{T} = \frac{x[n] - 2x[n-1] + x[n-2]}{T^2} \quad (5)$$

Ako se prethodne jednačine uvrste u aproksimaciju Njutnovog zakona kretanja u diskretnom domenu, dobija se sledeći izraz:

$$x[n+1] = x[n] + v[n] \cdot T + a[n] \cdot \frac{T^2}{2} \quad (6)$$

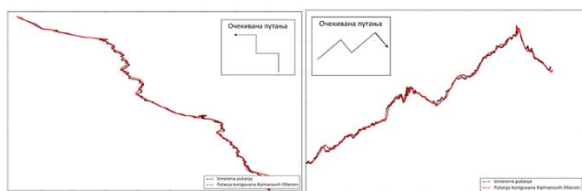
Na osnovu ovih jednačina se formira model Kalmanovog filtera koji se koristi u sistemu.

2.7. Podsystem za formiranje mape kretanja kamere

Zadatak ovog podsystema je iscertavanje mape pređenog puta kamere u odgovarajućoj metrici. Ovaj sistem meri pređeni put u metrima, tako da će ovaj podsystem pre iscertavanja putanje vršiti prelazak sa jedne metrike na drugu, odnosno sa piksela na metre. Da bi ovako nešto bilo moguće, uvedeno je nekoliko pretpostavki. Kamera je fiksirana na visini h koja nije promenljiva. Na taj način se može izmeriti širina i visina vidnog polja koje kamera zahvata i omogućava se lako računanje dužine bilo koje prave. Širina i visina u pikselima odgovara rezoluciji u kojoj se snima video sadržaj, a širina i visina u metrima se eksperimentalno određuje merenjem, nakon što se kamera fiksira na odgovarajuću visinu h.

3. VERIFIKACIJA RADA SISTEMA

Verifikacija tačnosti sistema je obavljena empirijskom proverom iscertane putanje, dok je provera performansi obavljena eksperimentalno. Performanse sistema su analizirane na mašini sa jednojezgarnim procesorom, i na četverojezgarnom procesoru najnovije generacije. Za video visoke rezolucije, sistem je postizao 12 i 9 obrađenih frejmova po sekundi, u zavisnosti od mašine. Na video zapisu sa rezolucijom 640x480 se postizala obrada 28 i 26 frejmova po sekundi, što je dovoljno za rad u realnom vremenu. Tačnost sistema je zadovoljavajuća ukoliko je putanja kamere veća. Kod skretanja noseće konstrukcije sistema na malom prostoru dolazi do gubitka kratkih vektora rotacije i rezultatni ugao skretanja nije dobar (rotacija kamere oko jednog njenog čoška) - slika 12a.



Slika 12. Dobijena i očekivana putanja u slučaju rotacije oko ugla kamere i translatornog kretanja

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu prethodno predstavljenog sistema i verifikacije njegovog rada, empirijskim metodama se može zaključiti da isti radi prilično tačno u delimično kontrolisanim uslovima. Ukoliko je ugao skretanja kamere previše oštar na malom pređenom putu, dolazi do gubitka nekih vektora rotacije i do unošenja šuma u rezultatnu putanju. Da bi se ovakav slučaj izbegao, kamera ne sme biti rotirana oko jednog svog čoška.

Skretanje treba biti vršeno translacijom noseće konstrukcije pod određenim uglom. Dalji pravci razvoja bi podrazumevali uvođenje senzora, kojima bi se mogao pratiti pravac kretanja kamere bez oslanjanja isključivo na analizu optičkog toka, kamera ne bi morala biti fiksirana na određenju visinu da bi se merila dužina pređenog puta i sl. Sistem bi dobio na pouzdanosti jer bi imali merenja i pomoću optičkog toka i pomoću senzora, a istovremeno bi radio brže jer se ne bi vršila računski zahtevna analiza optičkog toka.

5. LITERATURA

- [1] E. Hecht, 4th Edition, Optics, Addison-Wesley ISBN 9780805385663, 2002.
- [2] „Camera calibration tutorial,“ OpenCV documentation, [Na mreži]. Available: http://docs.opencv.org/master/d4/d94/tutorial_camera_calibration.html.
- [3] J. Shi i C. Tomasi, „Good Features to Track,“ *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, t. CVPR94, p. 8, 1994.
- [4] P. Corke, „Robotics, Vision and Control - Fundamental Algorithms in MATLAB,“ *volume 73 of Springer Tracts in Advanced Robotics*, 2011.
- [5] C. Harris i M. Stephens, „A combined corner and edge detector,“ u *Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference, pages 147-151*, 1988.
- [6] J. L. Barron i N. A. Thacker, *Computing 2D and 3D Optical Flow*, Manchester: University of Manchester, 2005.
- [7] F. Zhang, G. Yang i D. J. Bakos, *Lucas-Kanade Optical Flow Estimation on the TI C66x Digital Signal Processor*, Department of Computer Science and Engineering, University of South Carolina.
- [8] B. D. Lucas, *Image Matching by the Method of Differences*, Carnegie Mellon University, 1984.
- [9] G. Welch i G. Bishop, *An Introduction to the Kalman Filter*, Department of Computer Science, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, 2006.

Kratka biografija:



Ivan Perić je rođen u Bijeljini 7.7.1992. god. Osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu upisao 2011., a završio 2015. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2016.god.

PRIKUPLJANJE I VIZUALIZACIJA PODATAKA O VREMENSKOJ PROGNOZI I METEOROLOŠKIM ALARMIMA

GATHERING AND VISUALIZATION OF WEATHER FORECAST AND WEATHER ALERT DATA

Vladimir Basrak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Sistem prikuplja i prikazuje podatke o vremenskoj prognozi. Podaci se prikupljaju u bazu čija šema je urađena po uzoru na W3C Data Cube rečnik i zvezdastu topologiju. Sistem omogućava naknadno dodavanje izvora podataka pomoću komponenti koje se zovu provajderi. Ovako prikupljeni podaci su otvoreni za korišćenje svakom, putem REST API-a. Implementirana je Android aplikacija koja koristi dobavljene podatke za prikazivanje vremenske prognoze i UV alarma.

Abstract – The system collects and displays weather forecast data. The data is stored in a database in a schema that is based on the W3C Data Cube vocabulary and the star topology. The system is capable of extending data sources (using provider components which can be added declaratively). The data is exposed via REST API and is open for usage by any interested party. Android application, that uses collected data to display weather forecast and UV alarms, is also implemented.

Ključne reči: Vremenska prognoza, meteorološki alarmi, mobilna aplikacija, Android, Play Framework

1. UVOD

Prognoziranje vremena je primena nauke i tehnologije u cilju predviđanja stanja atmosfere za datu lokaciju. Vremenske prognoze se prave prikupljanjem kvantitativnih podataka o trenutnom stanju atmosfere na datom mestu, i korišćenjem naučnog poznavanja atmosferskih procesa u svrhu projektovanja promene atmosfere [1].

Ovaj rad je zasnovan na ideji da postoje brojne vladine, akademske i druge organizacije koje vrše prognoziranje vremena i dobijene podatke publikuju na internetu. Ovakvi podaci mogu se iskoristiti za izradu mobilne aplikacije koja bi prikazivala vremensku prognozu i meteorološke alarme. Ovakva aplikacija bi mogla da se napravi tako da može lako da se koriguje da koristi podatke sa različitih izvora.

Jedna prepreka kod sakupljanja podataka iz različitih izvora je što se ti podaci često nalaze u različitim formatima. Zbog ovoga je potrebno napraviti sistem koji ove podatke prikuplja i publikuje mobilnoj aplikaciji u zajedničkom formatu. Uz standardizaciju formata podataka, naknadno dodavanje novih izvora postaje jednostavno, bez velike izmene na mobilnoj aplikaciji.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Gostojić, docent.

Jedna od prednosti ovakvog rešenja jeste što se ti isti podaci mogu otvoriti za korišćenje i drugim aplikacijama.

Mobilnih aplikacija koje se bave sličnim problemom ima mnogo. Vreme Srbija [2] je Android aplikacija koja prikazuje trenutne vremenske podatke po gradovima Srbije kao i petodnevnu vremensku prognozu preuzetu sa sajta Republičkog hidro-meteorološkog zavoda Republike Srbije (RHMZ). Bio prognoza [3] je aplikacija koja prikazuje biometeorološku prognozu za Srbiju, a podatke preuzima sa RHMZ. Meteos Srbija [4] je Android widget koji prikazuje meteorološke parametre izmerene na automatskim meteorološkim stanicama. Rain Radar [5] je aplikacija koja prikazuje radarsku mapu padavina za zapadnu Evropu.

U drugom odeljku je opisan model podataka zasnovan na W3C Data Cube rečniku i zvezdastoj šemi podataka, arhitektura sistema i njegove komponente. Implementacija sistema prikazana je u trećem odeljku. U četvrtom odeljku je demonstrirana klijentska aplikacija. U zaključku su predočene prednosti i mane sistema, kao i načini na koje te mane mogu da se uklone.

2. SPECIFIKACIJA SISTEMA

Klijentska aplikacija je osmišljena kao Android aplikacija za prikazivanje vremenske prognoze i meteoroloških alarma. Aplikacija periodično sinhronizuje podatke sa serverskom aplikacijom. Glavne funkcionalne osobine su prikaz prognoze preko podataka o vremenu i prikaz obaveštenja korisniku kada je UV indeks visok.

Serverska aplikacija omogućava preuzimanje podataka od izvora, snimanje podataka u bazu podataka i pružnje podataka preko REST API (*Representational State Transfer Application Programming Interface*). Izvori takođe treba da budu izmenjivi i konfigurabilni, pa serverska aplikacija pruža administratoru i tu mogućnost.

Podaci koji se objedinjuju u sistemu dobavljaju se iz različitih izvora, a samim tim u različitoj formi. Postoji potreba da se tim podacima pristupa na jedinstven način, kao i da se ti isti izvori podataka naknadno mogu menjati i dodavati novi. Iz tog razloga je šema podataka dizajnirana po uzoru na W3C Data Cube rečnik [6]. W3C Data Cube rečnik služi za opis statističkih ali i drugih višedimenzionalnih podataka i propisuje skup podataka (eng. *data set*) kao kolekciju statističkih podataka koji odgovaraju strukturi definisanoj sledećim kategorijama:

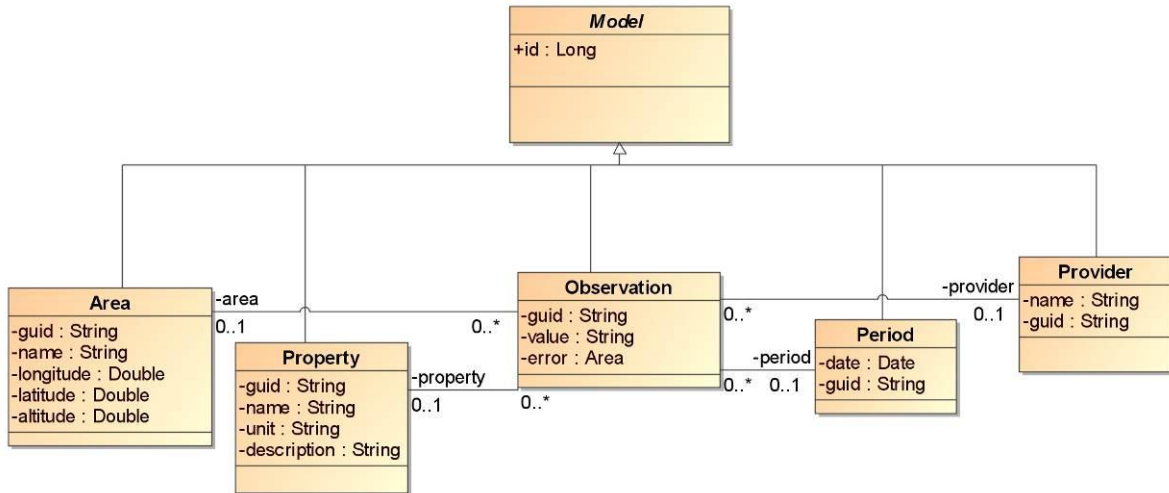
1. Opservacije – izmerene vrednosti (podaci od interesa).

2. Organizaciona struktura – dimenzije koje opisuju opservaciju (na primer, vreme, mesto, itd.).
3. Strukturni metapodaci – kada nađemo opservaciju potrebni su nam određeni metapodaci da bi mogli da je interpretiramo (na primer, jedinica mere).
4. Referentni metapodaci – služe za opisivanje skupa podataka kao celine (na primer, ko je publikovao podatke).

Property koja dodatno opisuje opservaciju (na primer, da je u pitanju temperatura ili brzina vetra).

Svi entiteti imaju i *guid* (*globally unique identifier*) polje koje jedinstveno identifikuje podatak. Ovo polje je korisno za sinhronizaciju podataka.

Sam sistem je zasnovan na klijent server arhitekturi. Sa tačke gledišta raspoređivanja aplikacija, postoje dva čvora: server na kome su raspoređeni serverska aplikacija



Slika 1: Model podataka

Pošto se za skladištenje podataka koristi relaciona baza, bio je potreban pogodan način za fizičku implementaciju W3C Data Cube modela podataka. Za ovo je izabrana zvezdasta šema [7] koja se koristi kao najjednostavnija šema u sistemima za skladištenje podataka. Zvezdasta šema po pravilu ima jednu ili više činjeničnih tabela (opservacije) i za svaku od njih vezana je jedna ili više dimenzionih tabela.

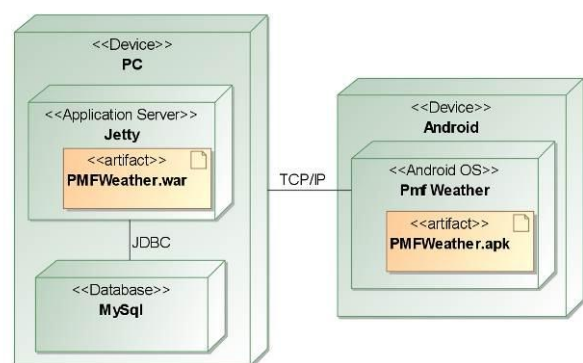
Aplikacija treba krajnjem korisniku da nudi pristup velikoj količini podataka, pa nam zbog toga brzina odziva koju nudi zvezdasta šema odgovara. S druge strane, mogućnost upisa redundantnih podataka može da bude od koristi određenim provajderima.

U modelu podataka (slika 1), činjenični entitet se zove observation, i u njega su smešteni svi podaci koje dobavljamo sa različitih izvora. Najvažnije je polje value koje čuva samu vrednost opservacije. Bitno je primetiti da je value tipa String što omogućava čuvanje tekstualnih i brojnih vrednosti na istom mestu. Takođe imamo četiri dimenziona entiteta:

1. Area – koja predstavlja geografsko područje na kojem je podatak zabeležen. Područje je opisano geografskom širinom i dužinom i opciono nazivom lokacije i nadmorskom visinom.
2. Provider – entitet koja predstavlja izvor od kog dolazi podatak (na primer, Prirodno-matematičkog fakulteta ili Republički hidrometeorološki zavod).
3. Period – entitet koji predstavlja vremenski trenutak u kom je podatak zabeležen.
4. Zbog velike razlike u semantici podataka koji dolaze sa različitih izvora, kao i da bi ostavili mogućnost naknadnog dodavanja još izvora podataka, postoji i entitet

i sistem za skladištenje podataka i mobilni uređaj kao platforma na kojoj je raspoređena klijentska aplikacija (slika 2). Za skladištenje podataka na serverskoj strani se koristi *MySQL* sistem za upravljanje bazom podataka, a za izradu serverske aplikacije izabran je *Play* okvir za razvoj Java web aplikacija. Android aplikacija se izrađuje u standardnom Android okviru, a za skladištenje podataka na Android platformi koristi se *SQLite SUBP*.

Komponente serverske aplikacije grupisane su po funkciji: provajderi (sa parserima) i web sevisi.



Slika 2. Diagram rasporeda

Provajderi su komponente koje imaju zadatak da dobavljaju podatke iz različitih izvora i snimaju ih u bazu podataka u zajedničkom formatu. Svaki provajder ima mogućnost konfigurisanja parametara: naziva klase provajdera, broj dnevnih ponavljanja i *URL* podataka. Sistem na svakih sat vremena proverava da li treba da pokrene neki od registrovanih provajdera. Pošto

frekventnost kojom provajderi preuzimaju podatke ne mora da se slaže sa frekventnošću kojom izvori podatke publikuju, svaki provajder mora da proveri da li se ti podaci već nalaze u bazi podataka. Ako se nalaze, treba da se ažuriraju. U suprotnom, treba da se unesu u bazu podataka.

Svaki provajder sadrži parser koji je zadužena za transformaciju podataka u JPA model koji dalje može da se snimi u bazu podataka.

Web servisi se oslanjaju na infrastrukturu Play okvira. Svi servisi su bazirani na REST arhitekturi i podatke prenose u JSON (*JavaScript Object Notation*) formatu. Aplikacija nudi mogućnost filtriranja rezultata na osnovu potrebe klijenta na osnovu querystring-a. Tako je, na primer, moguće preuzeti samo opservacije na području Novog Sada, koje predstavljaju temperaturu i koje su napravljene u 2016-oj godini.

Android aplikacija vrši periodičnu sinhronizaciju podataka sa serverskom aplikacijom, i podatke snima u SQLite bazu podataka. U tu svrhu se koriste *SyncAdapter* i *ContentProvider* komponente.

SyncAdapter ima zadatak da periodično dobavlja podatke o vremenskoj prognozi sa servera (period osvežavanja je promenljiv). Podaci se na mobilnom uređaju snimaju u SQLite bazu podataka. Za pristup bazi podataka koristi se *ContentProvider* i fasada ka SQLite bazi podataka koja omogućava konkurentni pristup bazi podataka.

Android aplikacija ima mogućnost podešavanja perioda osvežavanja podataka i ručno osvežavanje podataka. Kako i Android aplikacija periodično preuzima podatke sa serverske aplikacije, i ti podaci mogu već da se nalaze u SQLite bazi podataka. Zbog toga se kao primarni ključ koristi *guid* koji je poslao server. Ako se u tabeli već nalazi red sa tim *guid*-om, red se ažurira (u suprotnom se kreira). Na ovaj način je obezbeđena sinhronizacija podataka od izvora, preko serverske aplikacije, do klijentske Android aplikacije.

3. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

Za razvoj serverske aplikacije korišćen je *Play* razvojni okvir. *Play* razvojni okvir je skup biblioteka i alata, baziranih na programskom jeziku Java, namenjen za brz i jednostavan razvoj *web* aplikacija zasnovanim na REST principima. Dolazi sa *Hibernate* implementacijom JPA (*Java Persistence API*) standarda za pristupanje bazi podataka, i nudi sopstvene Model klase kao nadklase koje implementirane klase nasleđuju za pristup bazi. Posедуje kontrolere koji se koriste kao jednostavan mehanizam za pravljenje *web* servisa. Takođe, poseduje i sopstveni mehanizam za pisanje šablona za HTML stranice. Implicitno podržava asinhrono programiranje u vidu Job klasa koje se izvršavaju u sopstvenim nitima.

Provajderi se konfigurišu putem XML dokumenata. Svaka konfiguracija poseduje ime, broj ponavljanja u toku dana i putanju do podataka koje provider dobavlja, a XML dokument sadrži jednu ili više ovakvih konfiguracija.

Tajmer koji pokreće provajdere je implementiran kao *Play Job* klasa. *Job* klase su klase koje se izvršavaju u dugoj niti i podržavaju zakazivanje poslova uz pomoć anotacija. Implementirana *Job* klasa se pokreće na svakih

sat vremena i čita konfiguraciju. Proverava da li na osnovu ponavljanja treba da instancira provider, i ako treba, instancira ga i pokrene. Svaki provider prvo povlači podatke sa URL-a koji je postavljen u konfiguraciji. Ovi podaci se dalje prosleđuju parseru koji podatke pretvara u JPA model. Na kraju se podaci snimaju u bazu podataka. Ukoliko neki od podataka već postoje u sistemu, odnosno u slučaju da je provider pokrenut pre nego što je izvor osvežio podatke, ovi podaci se osvežavaju.

Za implementaciju *web* servisa koriste se *Play Controller* klase. Implementirane su samo metode za dobavljanje podataka. Ove metode imaju mogućnost pisanja kompleksnih upita putem *querystring*-a i rezultat vraćaju u JSON formatu. Prilikom izvršavanja servisa se preuzimaju parametri za pretragu iz *querystring*-a (ako postoje). Parametri se validiraju (da za dati kontroler u *querystring*-u nije tražen parametar koji nije primenljiv za entitet), potom se formira i izvršava upit i na kraju se vraća odgovor klijentu u JSON formatu. Tako se, na primer, za zahtev za opservacije može proslediti parametar za početni i krajnji period, za tip opservacije ili za provider.

Za servise je implementirana *BaseController* klasa koja ima metode za *gzip* (*GNU zip*) kompresiju podataka. *Play* okvir nudi mehanizam *interceptor*-a, tj. posebnih anotacija kojim se označava da metode mogu biti izvršene pre ili posle poziva nekog servisa). Metoda *compress()* je anotirana sa *@Finally* anotacijom i samim tim pokreće se kada se izvrši bilo koja druga metoda kontrolera koji nasleđuju *BaseController* klasu.

Android aplikacija je implementirana u Android razvojnom okviru. Android razvojni okvir uključuje velik skup razvojnih alata, kao što su integrisano razvojno okruženje, programski prevodilac, *debugger*, emulator, alat za pravljenje korisničkog interfejsa i drugi. Služi za razvoj aplikacija za uređaje koji koriste Android operativni sistem na programskom jeziku Java. Omogućava razvoj adaptivnog korisničkog interfejsa koji može da se prilagodi uređaju na kome se izvršava (npr. tabletu i telefonu).

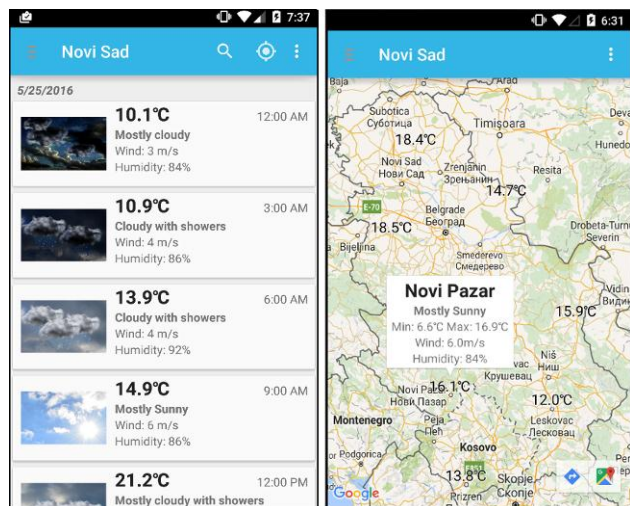
U Android aplikaciji se podaci koji se dobiju od serverske aplikacije čuvaju SQLite bazi podataka i pristupa im se pomoću *ContentProvider*-a. Sastavni deo implementacije *ContentProvider*-a je implementacija *SQLiteOpenHelper* klase koja pristupa bazi podataka na nižem nivou od *ContentProvider*-a. Njen zadatak je i kreiranje i ažuriranje šeme baze podataka. Svaki *ContentProvider* definiše svoj *authority*, *Content URI* i *URI Matcher* koji dekomponuje *URI* prosleđen prilikom poziva neke metode *ContentProvider*-a u *query* parametre. Kroz *URI* parametre se i prosleđuje podatak kojoj tabeli treba da pristupi. U *ContentProvider*-u je implementirana metoda *bulkInsert()* koja rešava snimanje podataka preuzetih sa serverske aplikacije. U njoj se podaci snimaju u okviru jedne transakcije. Bitno je napomenuti da je primarni ključ svih vrste *guid* koji je poslala serverska aplikacija. Na taj način je omogućeno da Android aplikacija ažurira ili dodaje vrstu u zavisnosti od toga da li se vrsta već nalazi u odgovarajućoj tabeli.

Aplikacija je napravljena tako da može da sinhronizacije podatke u pozadini. Ova funkcija je implementirana

putem *SyncAdapter-a*. *SyncAdapter* se izvršava u posebnoj procesu, a njegova implementacija podrazumeva preuzimanje podataka sa serverske aplikacije i snimanje podataka u *SQLite* bazu putem *ContentProvider-a*.

4. DEMONSTRACIJA

Aplikacija za navigaciju između glavnih ekrana koristi navigacionu fioku. Iz navigacione fioke se pristupa ekranu za vremensku prognozu, mapi i graficima na kojima su prikazani vremenski parametri.



Slika 3. Prognoza i vremenska mapa

Ekran za vremensku prognozu (slika 3 – levo) je prva stavka i prikazuje prognoze za izabrani grad za tri dana unapred. Prikazani podaci su temperatura, tip vremena, brzina vetra i procenat vlažnosti. Na ovom ekranu korisnik može ručno da osveži podatke, i da zatraži automatsko lociranje putem *GPS-a*. Takođe, može ručno da izabere grad tako što upiše naziv grada u polje za pretragu.

Druga stavka je mapa (slika 3 – desno) koja prikazuje mapu Srbije sa trenutnim temperaturama prikazanim većih gradova. Sa uvećavanjem mape prikazuju se temperature za više gradova. Klikom na temperaturu za određeni grad dobija se više podataka: trenutni tip vremena, minimalna i maksimalna dnevna temperatura, brzina vetra i procenat vlažnosti.

Grafici su treća stavka u navigacionoj fioci i prikazuju promenu temperature, brzine vetra, relativne vlažnosti vazduha i količine padavina za naredna tri dana. Temperatura i brzina vetra su linijski grafici, a relativna vlažnost vazduha i količina padavina stubičasti grafici.

Aplikacija poseduje i meteorološki alarm za UV indeks koji se prikazuje u vidu notifikacije u trenucima kada je UV indeks visok (UV indeks između šest i osam je visok, između osam i jedanaest je vrlo visok, a preko jedanaest je ekstrem). Notifikacija upozorava korisnika o opasnosti po zdravlje i predlaže mu mere zaštite.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je implementiran sistem za prikupljanje podataka o vremenskoj prognozi i meteorološkim alarmima, kao i Android aplikacija za prikazivanje vremenske prognoze i meteoroloških alarma.

Sistem je baziran na *W3C Data Cube* rečniku, izgrađen tako da bude robustan i prilagodljiv za proširenja u vidu novih izvora podataka. Android aplikacija koristi prikupljene podatke za prikazivanje vremenske prognoze i UV alarma.

Prednost ovog sistema u odnosu na ostala rešenja opisana u uvodu je što se daljim dodavanjem izvora mogu dobiti podaci za razna područja u zemlji i u svetu. Takođe, pronalaženjem podataka o opservacijama kao što su seizmičke promene ili bioproгноza, implementirana Android aplikacija se može proširiti funkcijama sličnim funkcijama aplikacije *Earthquake Tornado Flood* ili *Bio Prognoza*. Sve što je potrebno uraditi na serverskoj strani je dodavanje novih provajdera koji bi beležili nove opservacije, bez potrebe za izmenom šeme baze podataka ili web servisa.

Nedostaci ovog sistema su nepouzdanost izvora (teško je predvideti da li će i kada neki izvor biti ugašen), nemogućnost vršenja kompleksnije analize podataka i nepraktičnost prikupljanja podataka u realnom vremenu.

Nedostaci bi mogli da se reše tako što bi za serversku aplikaciju napravio administratorski deo, gde bi administrator aplikacije mogao da verifikuje validnost izvora i podataka. Drugi nedostatak bi mogao da se otkloni implementacijom odgovarajućih RESTful web servisa. Za rešenje trećeg problema bi mogli da se uvedu *RealTimeProvider-i* kao posebna vrsta provajdera koji bi konstantno proveravali izvor i preuzimali nove podatke.

LITERATURA

- [1] Science Daily, <http://bit.ly/2dyDOb5> pristupljeno 22.10.2016.
- [2] Vreme Srbija, <http://bit.ly/2doTKNJ>, pristupljeno 20.9.2016.
- [3] Bio Prognoza, <http://bit.ly/2doTbDO>, pristupljeno 20.9.2016.
- [4] Meteos Srbija, <http://bit.ly/2egT5Cn>, pristupljeno 20.9.2016.
- [5] Rain Radar, <http://bit.ly/2e20UJa>, pristupljeno 20.9.2016.
- [6] The RDF Data Cube Vocabulary, <https://www.w3.org/TR/vocab-data-cube/> pristupljeno 20.9.2016.
- [7] William A. Giovinazzo, "Object-Oriented Data Warehouse Design: Building A Star Schema", Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey 2000.

Kratka biografija:



Vladimir Basrak je rođen 26.10.1983. godine u Osijeku. Gimnaziju „Veljko Petrović“ u Somboru završio je 2002. godine. 2008. godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika. Školske 2014/2015. godine upisao se na master studije istog smera. Položio je sve ispite predviđene planom i programom.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE TENISKE DVORANE OD LLD SA UPOREDNOM ANALIZOM PRORAČUNA VEZA PREMA SRPS I EC PROPISIMA**PROJECT OF GLULAM TENNIS SPORT HALL WITH COMPARATIVE ANALYSIS OF CONNECTION DESIGN ACCORDING SRPS AND EU CODES**Daliborka Šukunda, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je obrađen projekat konstrukcije teniske dvorane od LLD, u Novom Sadu, sa posebnim osvrtom na uporednu analizu proračuna veza prema SRPS i EC propisima

Abstract – Work includes presentation of structural project of glulam tennis sport hall, in Novi Sad, with comparative analysis of connection design according SRPS and EU codes.

Ključne reči: Konstrukcije od LLD, veze, SRPS i EC propisi

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje sportske teniske hale od lameliranog lepljenog drveta (LLD), sa uporednom analizom proračuna veza prema domaćim SRPS i evropskim EC5 propisima.

2. OPŠTI PODACI O OBJEKTU I PRORAČUN**2.1 Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Arhitektonsko rešenje hale od lepljenog lameliranog drveta osmišljeno je na osnovu postojećeg idejnog rešenja, a modifikovano u skladu sa potrebama i mogućnostima izvođenja prema domaćim standardima, kao i iz konstruktivnih i funkcionalnih razloga.

Dimenzije objekta u osnovi su 33.6x21m, a visina u slemenu iznosi 6.6m, čime ukupna korisna površina objekta iznosi 705.6m². Lokacija objekta je Novi Sad.

Objekat se sastoji od glavnih i sekundarnih konstruktivnih elemenata, čiji je položaj prikazan na slici 1.

U podužnom pravcu formirano je 7 polja, tj. postavljeno 8 poprečnih glavnih okvira – zakrivljenih lukova na 3 zgloba, na međusobnom rastojanju od 4.8m. Glavni okviri su u podužnom pravcu povezani rožnjačama, na međusobnom razmaku od 1.4m.

Radi obezbeđenja prostorne stabilnosti objekta, u prvom i poslednjem polju su postavljeni spregovi, koje čine rožnjače (vertikale), glavni nosači (horizontalni pojasevi) i čelične zatege Ø20 (dijagonale).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Tatjana Kočetov Mišulić, docent.

Slika 1. *Elementi hale od LLD – izometrijski prikaz*

Pad krovne ravni je $\alpha = 20^\circ$.

Za oblaganje objekta predviđena je kombinacija drvene fasadne obloge, stakla i leksan ploča, dok je za pokrivanje objekta izabran pocinkovani lim, sa termoizolacijom.

Pod hale je predviđen kao AB ploča, debljine 15cm, marke MB20, armirana mrežom Q188. Ispod ploče je planiran tampon sloj šljunka, debljine 10cm. Objekat je fundiran plitko, na temeljima samcima povezanim AB temeljnim gredama.

2.2. Konstruktivni sistem objekta

Objekat je projektovan kao prostorna skeletna drvena konstrukcija od LLD - četinari I klase. Glavni ramovi su raspoređenim u nizu, u podužnom pravcu.

Konstrukcija hale se sastoji od glavnih nosača – zakrivljenih lukova na tri zgloba, raspona 21m, na međusobnom rastojanju od 4.8m. Dimenzije poprečnog preseka glavnih nosača se kreću u rasponu od 20/50 do 20/80cm. Sekundarni nosači - rožnjače su dimenzija 14/18cm i na međusobnom su rastojanju od 1.4m. Statički sistem rožnjača je prosta greda, raspona 4.8m.

Ostali drveni sekundarni elementi su fasadni stubovi i fasadne grede u podužnim zidovima i kalkanskom zidu. Fasadni stubovi su dimenzija 20/40cm, dok su fasadne grede 10/10cm.

U prvom i poslednjem polju krovne ravni i zida postoje spregovi za ukrućenje od uticaja vetra. Ove rešetkaste spregove čine horizontalni pojasevi (glavni nosač), vertikalni pojasevi (rožnjače) i dijagonale – čelične zatege Ø20.

Dimenzionisanje svih elemenata glavne i sekundarne noseće konstrukcije je sprovedeno prema SRPS propisima [1], [2].

Fundiranje objekta je plitko, na temeljima samcima. Fundiranje svih temelja je na dubini od 1.2m, sa tampon

slojem mršavog betona od 5cm i tampon slojem šljunka od 10cm. Temelji su projektovani marke betona MB30, armirani glatkom armaturom GA240/360. Između temelja je projektovana temeljna greda (zbog diferencijalnog sleganja), preseka 30x50cm. Za dimenzionisanje temelja usvojeni su dopušteni naponi u tlu 160kN/m², a za proveru temelja na klizanje usvojen je koeficijent klizanja $f = \text{tg}30^\circ$, što je karakteristično za vlažne šljunkovite peskove. Za koeficijent sigurnosti na klizanje usvojena je vrednost 1.5, pri čemu se težilo zadovoljenju kriterijuma da koeficijent sigurnosti ima vrednost 1.8 za slučaj kada stalno opterećenje deluje samostalno. Pod hale je previđen kao AB ploča, debljine 15cm, marke MB20, armirane mrežom Q188. Ispod ploče je planiran tampon sloj šljunka, debljine 10cm.

2.3 Analiza opterećenja

Radi dobijanja merodavnih uticaja u elementima konstrukcije, analizirana su merodavna opterećenja prema domaćim propisima i pravljene relevantne kombinacije.

Analizirane su sledeće vrste opterećenja :

Stalno opterećenje – prema SRPS.U.C7.123/1988 čine sopstvena težina celokupne konstrukcije i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovni pokrivač, instalacije, ...), gde je opterećenje od sopstvene težine automatski generisano kroz softver za proračun, a u zavisnosti od vrste i dimenzija elemenata, kao i odgovarajućeg materijala.

Opterećenje snegom – u skladu sa važećim standardom je određivano u funkciji veličine nagiba krovne ravni. Na osnovu preporuke iz prakse, a uzimajući u obzir da je nagib krovne ravni 20°, usvojeno je opterećenje snegom od 1.0kN/m² osnove krovne ravni. Analiza je vršena za dva slučaja dejstva – prvo kada je sneg punog intenziteta na celoj površini krova (simetrično opterećenje) i drugo, kada je sneg punog intenziteta na jednoj polovini krova, a sneg polovine intenziteta na drugoj polovini površine krova (antimetrično opterećenje).

Opterećenje vetrom – proračun opterećenja vetrom je izvršen u skladu sa pravilnikom SRPS.U.C7.110/112, za malu krutu zgradu i lokaciju Novi Sad. Kako je nagib krovne ravni 20°, a to je upravo vrednost za koju, prema propisima i tabelama za proračun dejstva vetra, koeficijenti pritiska vetra mogu imati različite vrednosti i različit karakter (pritisno i sišuće dejstvo) upravno i paralelno slemenu, razmatrane su sve mogućnosti i određene one koje su davale najnepovoljnije rezultate za dimenzionisanje merodavnih elemenata, Tabela 1.

Kroz 8 kombinacija opterećenja, pri čemu se međusobno nisu kombinovali različiti slučajevi dejstva snega ili vetra, analizom na dva modela, došlo se do merodavnih uticaja u preseccima glavnih i sekundarnih elemenata konstrukcije, kao i vezama.

2.4 Statički proračun i dimenzionisanje elemenata

Konstrukcija je prostorno modelirana u programskom paketu AxisVM13, firme hiCAD d.o.o, u skladu sa važećim standardima za proračun drvenih konstrukcija SRPS.U.C9.200 i SRPS.U.C9.300.

Statički proračun je rađen prema metodi konačnih elemenata po teoriji I reda.

Tabela 1. *Opterećenje vetrom - vetar upravan i uglavnom paralelan sa slemenom, nagib krova $\alpha = 20^\circ$*

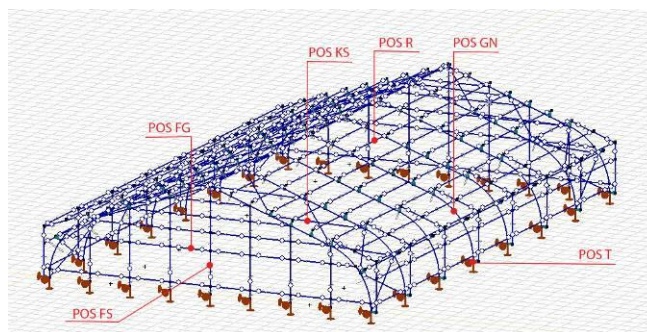
Slučaj A – Vetar uglavnom UPRAVAN na sleme													
Nagib krovne ravni α		1	2	3	4	1E	2E	3E	4E				
0° do 5°		0.75	-1.3	-0.7	-0.55	1.15	-2.0	-1.0	-0.8				
20°		1.0	-1.3	-0.9	-0.8	1.5	-2.0	-1.3	-1.2				
20° do 45°		1.05	0.4	-0.8	-0.7	1.3	0.5	-1.0	-0.9				
90°		1.05	1.05	-0.7	-0.7	1.3	1.3	-0.9	-0.9				
Slučaj B – Vetar uglavnom PARALELAN sa slemenom													
Slučaj	Nagib α	1	2	3	4	5	6	1E	2E	3E	4E	5E	6E
B1	0 - 90°	0	-1.3	-0.7	0	0.75	-0.55	0	-2.0	-1.0	0	1.15	-0.8
B2	$\geq 20^\circ$	-0.85	-1.3	-0.7	-0.85	0	0	-0.9	-2.0	-1.0	-0.9	0	0

Pri modeliranju, zakrivljeni deo glavnog nosača ("krut ugao") aproksimiran je isečcima kružnog luka kako bi se dobili što tačniji rezultati.

Rožnjače su modelirane kao proste grede i, kao i sekundarni elementi u fasadi, oslobođene su prenosa momenta torzije, jer se kod ovih elemenata ne očekuje njihovo javljanje. Sve veze, osim kod zakrivljenog dela glavnog nosača, su pretpostavljene kao zglobne.

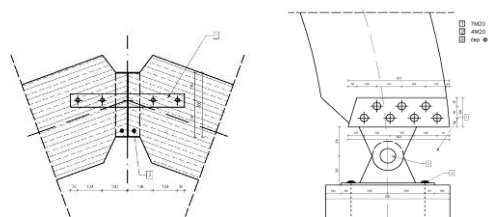
Temeljna konstrukcija nije modelirana zajedno sa drvenom superstrukturom. Temelji samci su pretpostavljeni kao tačkasti oslonci, a kasnije, spram relevantnih uticaja (reakcija) su posebno proračunati i dimenzionisani.

Na slici 2 prikazane su pozicije elemenata u kojima se javljaju max uticaji, merodavni za dimenzionisanje.



Slika 2. *Pozicije elemenata sa max statičkim uticajima - merodavnim za dimenzionisanje*

Dimenzionisanje svih elemenata i veza sprovedeno je saglasno važećim SRPS propisima, prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, slika 3.



Slika 3. *Karakteristične veze luka na tri zgloba dimenzionisane SRPS propisima*

3. UPOREDNA ANALIZA PRORAČUNA VEZA PREMA SRPS I EC PROPISIMA

3.1 Uvod

Veze predstavljaju delove konstrukcije koji imaju ulogu da povežu elemente i prenesu opterećenja sa jednog dela konstrukcije na drugi, uz uslov obezbeđenja nosivosti i upotrebljivosti (tj deformacije) konstrukcije.

Kod drvenih sklopova, veze predstavljaju najosetljiviji i najvažniji segment konstrukcije koji bitno određuje pravilan rad objekta kao celine.

Uobičajeno je da se u drvenim konstrukcijama proces prenošenja sila među elementima obavlja posredstvom mehaničkih spojnih sredstava i metalnih elemenata veze.

U praksi drvenih konstrukcija najzastupljenija su dva tipa mehaničkih spojnih sredstava: a) štapasta (zavrtnjevi, trnovi, ekseri, drvene čivije, klanfe) i b) moždanična (tesarski moždanici, konektor ploče, karike). Mehanička spojna sredstva se odlikuju odgovarajućom pomerljivošću u spojnoj ravni, za razliku od različitih vrsta lepkova koji se smatraju krutim (tj smatra se da je relativno pomeranje dva elementa koji se spajaju lepkom zanemarljivo), te se uglavnom koriste za formiranje savremenih proizvoda na bazi drveta (LLD, LVL, MDF, HDF, ...).

Ovaj rad će biti usredsređen na uporednu analizu proračuna veza sa štapastim spojnim sredstvima.

3.2 Proračun prema SRPS propisima – teorija dopuštenih napona i deformacija

SRPS propisi baziraju na teoriji dopuštenih napona što znači da pri dimenzionisanju elemenata za odgovarajuće kombinacije opterećenja propisani naponi i deformacije ne smeju biti prekoračeni.

Dopušteni naponi zavise od globalnog koeficijenta sigurnosti (η), koji obuhvata greške drveta, mogućnost promene opterećenja i sistema, greške u radu, razlike u vrsti drveta i sl.

Veličina dopuštenih napona (σ_d), Tabela 2., određuje se kao odnos čvrstoće drveta pri lomu (σ_1) određene standardizovanim eksperimentalnim postupkom i koeficijenta sigurnosti ($\eta = 2-4$, zavisno od vrste napreznjanja), izraz (1):

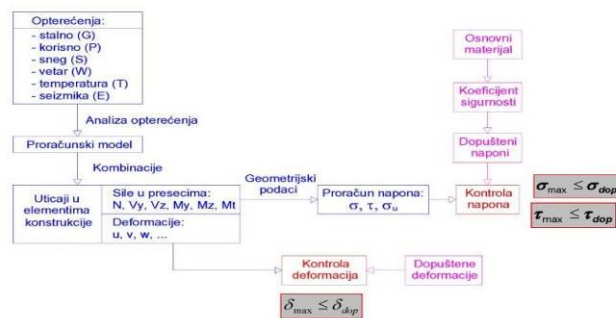
$$\sigma_d = \sigma_1 / \eta \quad (1)$$

Tabela 2. Osnovni dopušteni naponi [N/cm^2]

Vrsta napreznjanja	Oznaka	Četinari (smreka, jela i bor)			Listari (hrast i bukva)		
		Klasa					
		I	II	III	I	II	
Savijanje	σ_{md}	1300	1000	700	1400	1200	
Zatezanje	σ_{tld}	1050	850	0	1150	1000	
Pritisak	σ_{cld}	1300	1300	1300	1200	1000	
Pritisak upravno na vlakna	σ_{cld}	200	200	200	300	300	
		250	250	250	400	400	
Smicanje	τ_{lld}	90	90	90	120	120	
Smicanje od poprečne sile	τ_{mld}	90	90	90	120	120	
Presecanje vlak.	τ_{ld}	350	300	250	400	350	

Ako su proračunom elemenata dobijeni računski naponi i deformacije koja su manja od dopuštenih (pod uticajem najnepovoljnijeg opterećenja), onda se smatra da elementi konstrukcije imaju dovoljnu nosivost i stabilnost.

Celokupna šema proračuna prema teoriji dopuštenih napona prikazana je na slici 4:



Slika 4. Algoritam proračuna prema dopušt.naponima

Za potrebe dimenzionisanja i određivanja potrebnog broja spojnih sredstava merodavan je onaj slučaj opterećenja koji daje najveće poprečne preseke, tj. najveći broj spojnih sredstava, razmatrajući i potencijalna alternativna dejstva.

Elementi od čelika se dimenzionišu prema načelima i pravilima metalnih konstrukcija, sa tom razlikom što su osnovni dopušteni naponi umanjani za 10%, iz razloga mogućih grešaka tokom realizacije i prirode drveta kao materijala.

Izrazi (2-8) za proračun nosivosti štapastih spojnih sredstava prema teoriji dopuštenih napona su eksperimentalno određeni i formalizovani za jednostavnu praktičnu upotrebu.

- za zavrtnjeve (II vlaknima) :

$$N_1 = \sigma_d * a_1 * d \text{ ili } N_2 = k * d_2, \text{ za jednosečne veze} \quad (2)$$

$$N_1 = \sigma_d * 2a_1 * d \text{ (bočno drvo)}, \text{ za dvosečne veze} \quad (3)$$

$$N_2 = \sigma_d * a_3 * d \text{ (srednje drvo)}, \text{ za dvosečne veze} \quad (4)$$

$$N_3 = 2k * d_2, \text{ za dvosečne veze} \quad (5)$$

Merodavno je minimalno N.

- za trnove (II vlaknima):

$$N = \sigma_d * a * d \text{ ili } N = k * d_2 \quad (6)$$

Izrazi za nosivost trnova su identični kao oni za nosivost zavrtnjeva, sa jedinom razlikom u vrednostima σ_d i k.

- za eksere (nezavisno od pravca vlakana) :

$$N_1 = 500d_2 / (1+d) \text{ - za jednosečne eksere} \quad (7)$$

$$N_m = m * N_1 \text{ - za dvosečne i višesečne eksere} \quad (8)$$

σ_d – dopušteni napon

a – debljina drveta

d – prečnik spojnog sredstva

k - faktor vitkosti spojnog sredstva

m - broj punih sečnih ravnih

3.3 Proračun prema EC5 - parcijalni koeficijenti sigurnosti

U cilju uklanjanje tehničkih prepreka za trgovinu i harmonizacija tehničkih specifikacija u oblasti građevinarstva, Komisija Evropske zajednice je krajem 20. veka uobličila program jedinstvenih Evrokodova u građevinarstvu, što je u oblasti drvenih konstrukcija rezultovalo evrokodovima EC1995-1,2 i EC 1995-2.

Koncept evrokodova zasnovan je na probablističkom pristupu, a kako sistem obuhvata veliku geografski različitu teritoriju, obezbeđeno pravo pojedinim državama da na nacionalnom nivou odredi bitne parametre.

Proračun je baziran na konceptu dimenzionisanja sa parcijalnim koeficijentima sigurnosti, koji se temelje na statistički neujednačenim verovatnoćama pojedinih veličina, naročito dejstava i svojstava materijala [3], [4].

Proračunska vrednost nosivosti R_d se računa kao :

$$R_d = k_{mod} R_k / \gamma_M \quad (9)$$

R_k – karakteristična vrednost nosivosti

γ_M – parcijalni koeficijent sigurnosti

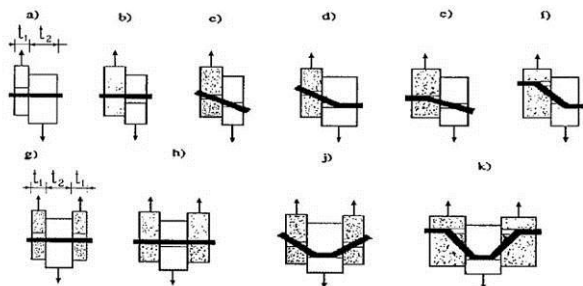
k_{mod} – korekcionni koeficijent kojim se uzimaju u obzir uticaji trajanja opterećenja i vlažnosti

Prema EC5, nosivost štapastih spojnih sredstava, opterećenih upravno na osu, se određuje na osnovu Johansen-ovog modela, slika 5, zasnovanog na pretpostavci idealnog kruto-plastičnog materijala. Prema ovoj teoriji, do otkazivanja nosivosti dolazi kada računski pritisak po omotaču rupe drveta dostigne projektnu vrednost čvrstoće na pritisak (u minimumu jednom od spojenih elemenata). Istovremeno, u čeliku se javljaju momenti tečenja i nastaju plastični zglobovi, što formira odgovarajuću figuru loma, slika 6.



Slika 5. Johansen-ov model dijagrama nosivosti

Uz osnovnu pretpostavku da se i spojno sredstvo i drvo ponašaju kao idealno kruto-plastični materijali, u vezi su moguća dva osnovna tipa deformacije: spojno sredstvo će ili rotirati kao kruto telo u odnosu na nedeformisanu osu, ili će se saviti na delu svoje dužine. Kombinacijom ovih osnovnih oblika deformisanja, definisane su moguće figure loma, slika 6, u vezama sa dva odnosno tri drvena elementa, ili sa jednom odnosno dve čelične podvezice.



Slika 6. Figure loma štapastih spojnih sredstava za veze drvo-drvo i ploče na bazi drveta-drvo (prema EC5, 1996)

Izrazima (10) i (11) date su proračunske vrednosti nosivosti štapastog spojnog sredstva za prikazane figure loma.

- za jednosečna spojna sredstva (10) :

$$R_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{b,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{f_{b,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta} \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \cdot \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,d}}{4} \\ 1.1 \cdot \frac{f_{b,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,d}}{f_{b,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,d}}{4} \\ 1.1 \cdot \frac{f_{b,1,d} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2\beta) \cdot M_{y,d}}{f_{b,1,d} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,d}}{4} \\ 1.1 \cdot \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2M_{y,d} \cdot f_{b,1,d} \cdot d} + \frac{F_{ax,d}}{4} \end{array} \right.$$

- za dvosečna spojna sredstva (11) :

$$R_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{b,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{0.5 \cdot f_{b,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta} \left[\sqrt{2\beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4\beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,d}}{f_{b,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,d}}{4} \\ 1.15 \cdot \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2M_{y,d} \cdot f_{b,1,d} \cdot d} + \frac{F_{ax,d}}{4} \end{array} \right.$$

t_1 i t_2 - debljine spojenih drvenih elemenata u mm;

d - prečnik spojnog sredstva u mm;

M_y - moment plastifikacije spojnog sredstva;

f_b - granična čvrstoća drveta na pritisak po omotaču rupe;

$\beta = f_{b2}/f_{b1}$ - koeficijent (ukoliko je $f_{b1} \neq f_{b2}$);

$F_{ax,d}$ - karakteristična vrednost nosivosti na čupanje spojnog sredstva

4. ZAKLJUČAK

EC jednačinama (10) i (11) uvode se u našu regulativu do sada nepoznate mehaničke karakteristike :

- čvrstoća drveta po omotaču rupe (f_b) i

- moment plastifikacije spojnog sredstva (M_y),

koje se prema preporuci mogu odrediti izrazima (12) i (13), ali koje zahtevaju dodatna eksperimentalna ispitivanja na nacionalnom nivou - na domaćim vrstama drveta i sa domaćim čelikom za proizvodnju štapastih spojnih sredstava.

$$f_{b,1,d} = \frac{k_{mod,1} \cdot f_{h,1,k}}{\gamma_m} \quad (12)$$

$$M_{y,d} = \frac{M_{y,k}}{\gamma_m} \quad (13)$$

5. LITERATURA

- [1] Gojković M., Stevanović B., Komnenović M., Kuzmanović S., Stojić D. (2007): *Drvene konstrukcije, GraĐevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd*
- [2] Zarić B., Buđevac D., Stipanić B. (1995): *Čelične konstrukcije u graĐevinarstvu, GraĐevinska knjiga, Beograd.*
- [3] Kočetov Mišulić T., Gramatikov K. (2008): *Proračun i ispitivanje veza u drvenim konstrukcijama prema EC-5 I EN standardima*
- [4] Evrokod 5, EN 1995-1-1:2004, *Proračun Drvenih Konstrukcija, Deo 1-1 : Opšta pravila i pravila za zgrade*

Kratka biografija:



Daliborka Šukunda (rođ. Bašić) rođena je u Novom Sadu 1983. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti GraĐevinarstvo – Drvene konstrukcije odbranila je 2016.god.

MODELIRANJE I PRORAČUN MOSTOVSKJE KONSTRUKCIJE OD LLD SA SPREGNUTOM BETONSKOM KOLOVOZNO PLOČOM

MODELLING AND DESIGN OF GLULAM COMPOSITE BRIDGE WITH CONCRETE CARRIAGEWAY DECK

Dragan Manojlović, Tatjana Kočetov Mišulić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazani su osnovni principi projektovanja i proračuna spregnutih sistema tipa drvo-beton sa naglaskom na primenu Evropskih normi za projektovanje konstrukcija (Evrokodova). Cilj rada je da prikaže primenu spregnutih sistema drvo-beton u građevinskom konstrukterstvu, kao i analizu i proračun spregnutih konstrukcija prema evropskim normama i pratećim istraživanjima u oblasti sprezanja drveta i betona, na primeru jedne mostovske konstrukcije.

Abstract – In this paper the basic principles of design of timber-concrete composite system are presented with an emphasis on European norms for structural design (Eurocodes). The goal of the paper is to show the use of timber-concrete composite system in civil engineering, as well as an analysis and calculation of composite system according to European norms and accompanying researches in field of timber - concrete coupling, in the case of a single bridge structure.

Ključne reči: Sprezanje drvo-beton, Evrokod, mostovske konstrukcije, lamelirano lepljeno drvo, modul pomerljivosti

1. UVOD

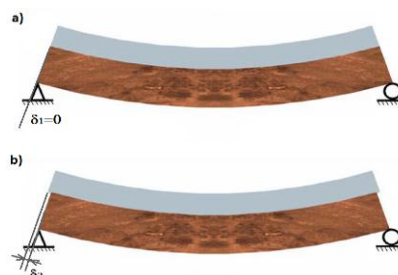
Spregnute konstrukcije tipa drvo-beton predstavljaju inovaciju u građevinskom konstrukterstvu 50-tih godina prošlog veka, a originalna ideja o sprezanju drveta i betona koja je nastala iz potrebe za ojačanjem, sanacijom i rekonstrukcijom starih drvenih tavanica, danas se primenjuje i za projektovanje novih objekata. Rezultati ove ideje su spregnuti nosači drvo-beton, koji se uspešno primenjuju u konstrukcijama mostova, stambenih zgrada, sportskih, industrijskih i drugih objekata. Spregnuta konstrukcija podrazumeva povezivanje konstruktivnih elemenata različitih fizičko-mehaničkih karakteristika, u jednu integralnu celinu, gde je potrebno primeniti pravi materijal na pravom mestu u konstrukciji, što je jedan od osnovnih zahteva optimalnog projektovanja savremenih konstrukcija.

2. SPREGNUTI NOSAČI TIP A DRVO-BETON

2.1. Podela i tipovi spregnutih nosača

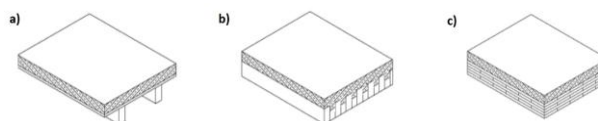
Spregnuti nosači drvo-beton svrstavaju se u grupu heterogenih spregnutih nosača, gde su konstrukcijski

elementi sastavljeni od elemenata napravljenih od različitih materijala, odnosno materijala različitih mehaničkih i reoloških karakteristika [1]. Prema načinu spajanja spregnute nosače možemo podeliti na kontinualno (sprezanje izvršeno u svim tačkama spojne ravni) i diskontinualno (elementi međusobno spojeni samo u diskretnim tačkama ili zonama) spregnute nosače. Prema karakteristikama spoja, spregnute nosače možemo klasifikovati kao kruto spregnute i elastično spregnute nosače, gde se kod krutog sprezanja onemogućava relativno klizanje a kod elastičnog sprezanja dozvoljavaju izvesna relativna pomeranja u spoju, Slika 1.



Slika 1. Klasifikacija spregnutog nosača: a) kruto sprezanje, b) elastično sprezanje

Dva najčešće korišćena tipa spregnutih konstrukcija drvo-beton su grede „T“ preseka i ploče, Slika 2. U praksi najčešće primenjavani tip ovih nosača jeste greda „T“ preseka, formirana od drvenih nosača koji čine rebro a betonska ploča flanšu „T“ preseka, Slika 2.a).



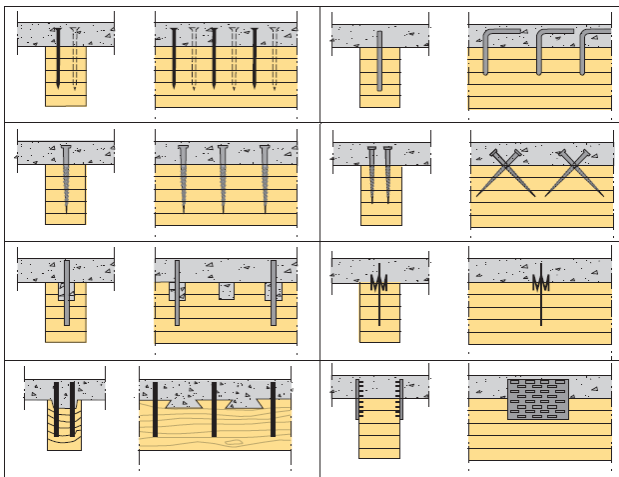
Slika 2. Tipovi spregnutih nosača: a) greda „T“ preseka, b) drvena ploča od dasaka i c) ploča od CLT

2.2. Sredstva za sprezanje

Zajedničko delovanje dva različita konstrukcijska materijala u jedinstvenom preseku treba da obezbede spojna sredstva koja preuzimaju smičuće sile koje nastaju na kontaktnoj površini dva elementa i time omogućuju jedinstveno delovanje spregnutog preseka. Najčešće, nosači tipa drvo-beton, sprežu se primenom mehaničkih spojnih sredstava, koji se smatraju za elastične moždanike, pa se ovakvo sprezanje naziva elastičnim. Zbog jednostavnosti primene najčešće korišćena mehanička spojna sredstva koja se primenjuju prilikom sprezanja su štapasta i moždanična spojna sredstva, prikazana na Slici 3.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Tatjana Kočetov Mišulić.



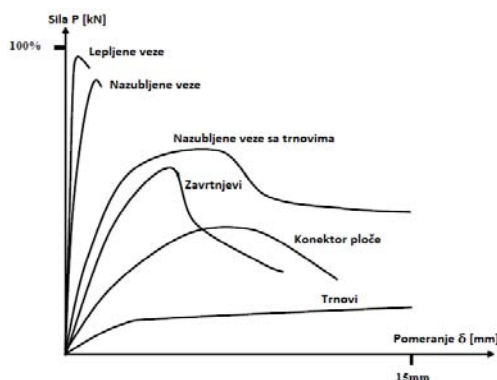
Slika 3. Najčešće korišćena spojna sredstva za spregnute konstrukcije drvo-beton

2.2. Modul pomerljivosti

Zbog karakteristika samog drveta kao materijala nemoguće je ostvariti nepomerljivu vezu između drveta i betona uobičajenim sredstvima za sprezanje, osim lepljenjem. Za vezu drvo-beton postoji veliki broj odnosno mnogo vrsta mehaničkih moždanika koji se koriste kao sredstva za sprezanje, te rezultuju i različitim krutostima spoja drvo-beton. Krutost veze drvo-beton, odnosno popustljivost spojnih sredstava za sprezanje, definiše se pomoću modula pomerljivosti K . Modul pomerljivosti jednog spojnog sredstva određuje se na osnovu eksperimentalnih ispitivanja, a predstavlja odnos sile i pomeranja, definišući krutost spoja silom kojom treba opteretiti vezu da bi relativno pomeranje u njoj bilo jedinično (1), odnosno:

$$K = \frac{P}{\delta} \quad (1)$$

Na osnovu mnogobrojnih eksperimentalnih istraživanja ponašanja spoja drvo-beton, sa različitim spojnim sredstvima, pod opterećenjem, promena pomeranja sa promenom opterećenja nije linearna, odnosno P - δ dijagram nije linearan, pa samim tim ni modul pomerljivosti nije konstantan, Slika 4.



Slika 4. Karakteristični dijagrami sila-pomeranje (P - δ) za veze ostvarene različitim spojnim sredstvima

Generalno, vrednosti modula pomerljivosti sračunavaju se nakon eksperimentalnih ispitivanja prema standardu SRPS EN 26891. Očigledno je da određivanje modula pomerljivosti veze u spregnutim nosačima drvo-beton veoma kompleksan problem, te za determinisanje

ovog modula, za sva, ili bar najčešće korišćena sredstva za sprezanje drveta i betona svakako su neophodna opsežna teorijsko eksperimentalna istraživanja koja bi trebala da rezultuju analitičkim izrazima za definisanje modula pomerljivosti. Mnogobrojnim eksperimentalnim istraživanjima, tokom vremena, date su i definisane preporuke za određivanje modula pomerljivosti za određena spojna sredstva za sprezanje, koje su uvedene u današnje norme za proračun drvenih konstrukcija. U nedostatku eksperimentalnih istraživanja moguće je koristiti predložene izraze za izračunavanje modula pomerljivosti, ukoliko je reč o već ispitanim spojnim sredstvima.

2.2.1. Modul pomerljivosti prema EN 1995-1

Evrokod za proračun drvenih konstrukcija, EN 1995-1 [2], definiše vrednosti modula pomerljivosti K_{ser} u spojnoj ravni po opterećenom spojnem sredstvu, za štapasta spojna sredstva i patentirana spojna sredstva, za veze drvo-drvo i ploča na bazi drveta - drvo preko analitičkih izraza, Tabela 1.

Tabela 1. Vrednosti modula pomerljivosti za štapasta spojna sredstva i patentirana spojna sredstva (u N/mm) za veze drvo-drvo i ploča na bazi drveta-drvo [2]

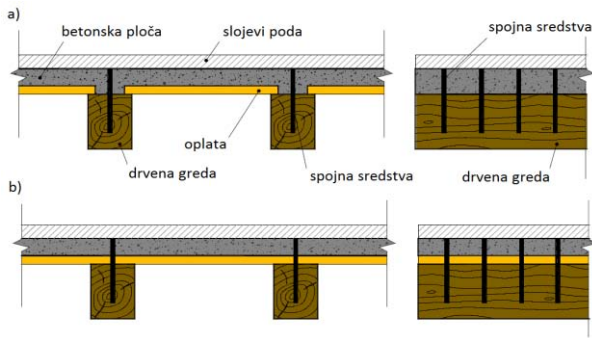
Tip spojnog sredstva	K_{ser}
Trnovi Zavrtnji sa ili bez zazoru (neobrađeni ili obrađeni)* Ekseri (bušeni)	$\rho_m^{1.5} \frac{d}{23}$
Ekseri (zabijani)	$\rho_m^{1.5} \frac{d^{0.8}}{30}$
Sponke	$\rho_m^{1.5} \frac{d^{0.8}}{80}$
Prstenasti moždanici tip A saglasno sa EN 912 Pločasti moždanici tip B saglasno sa EN 912	$\rho_m \frac{d_c}{2}$
Pločasti moždanici sa zupcima: -tip C1 do C9 saglasno EN 912	$1.5\rho_m \frac{d_c}{4}$
-tip C10 do C11 saglasno sa EN 912	$\rho_m \frac{d_c}{2}$

*Zazor treba dodati odvojeno na deformaciju spoja

U Evrokodu 5 veza drvo-beton nije razmatrana, pa se daje konzervativna preporuka za određivanje modula pomerljivosti K_{ser} na način da se udvostruči data vrednost iz Tabela 1. Preporučene vrednosti modula pomerljivosti koje propisuje Evrokod 5 mogu se koristiti samo u slučaju kada je spojno sredstvo opterećeno upravno na svoju osu i odnose se na spoj bez prisustva međusloja (oplate). Ukoliko je spojno sredstvo postavljeno pod bilo kojim drugim uglom u odnosu na drvena vlakna i/ili sa prisustvom međusloja u spoju, vrednost modula pomerljivosti spojnog sredstva potrebno je odrediti eksperimentalnim ispitivanjima.

2.2.2. Modul pomerljivosti prema „Gelfiju“

U spregnutim konstrukcijama drvo-beton često se može naći upotreba oplata koja se postavlja prilikom izlivanja sveže betonske mešavine, Slika 5. Problemom prisustva oplata na uticaj vrednosti modula pomerljivosti, bavili su se italijanski istraživači P. Gelfi i E. Giuriani, u cilju ojačanja i sanacije drvenih tavanica. Kao zaključak ovih istraživanja može se konstatovati da prisustvo oplata u spregnutom sistemu drvo-beton ima značajan uticaj na vrednost modula pomerljivosti, te se izrazi za određivanje modula pomerljivosti dati u Evrokodu 5 ne mogu primenjavati.



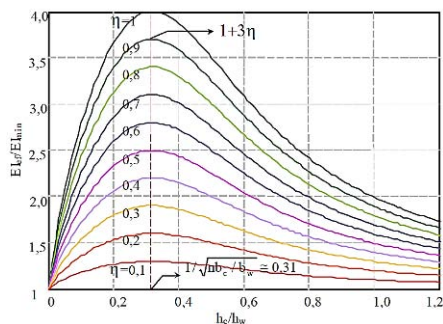
Slika 5. Upotreba oplata u spregnutim konstrukcijama

Opsežnim teorijskim i eksperimentalnim istraživanjima, istraživači su definisali izraz za određivanje modula pomerljivosti koji zavisi od debljine primenjene oplata. Za potrebe prakse predložen je pojednostavljeni izraz, (2), koji uzima u obzir prečnik spojnog sredstva i debljinu oplata.

$$K = 124000 \frac{d}{(4.34 + t/d)^3} \quad (2)$$

2.3. Uticaj dimenzija poprečnih preseka elemenata na efektivnu krutost spregnute konstrukcije

Prilikom oblikovanja spregnute konstrukcije mora se strogo voditi računa i o dimenzijama poprečnih preseka elemenata. Osim modula pomerljivosti, krutost spregnute konstrukcije bitno zavisi i od odnosa dimenzija poprečnih preseka elemenata. Van der Linden (1999) sproveo je analize kako bi se ispitala veza između dimenzija elemenata u spregnutom sistemu na uticaj efektivne krutosti spregnute konstrukcije, te je dokazao da sprežanjem veoma tanke betonske ploče sa visokom drvenom gredom, kao i sprežanjem veoma niske drvene grede sa debelom betonskom pločom ne vodi efikasnom sprežanju ova dva materijala u spregnutom sistemu, Slika 6. Na Slici 6. prikazano je da za određen odnos širina spregnutih elemenata $n \cdot b_c/b_t$, postoji poseban odnos visina h_c/h_t koji će generisati maksimalnu krutost spregnute konstrukcije, [3].



Slika 6. Uticaj odnosa dimenzija elemenata na efektivnu krutost spregnute konstrukcije [3]

Primenom izraza definisanih na Slici 6., može se odrediti optimalan odnos visina h_c/h_t koji će generisati maksimalan odnos krutosti spregnutog sistema $(EI_{eff}/EI_{min})_{max}$ prilikom racionalnog izbora dimenzija poprečnih preseka.

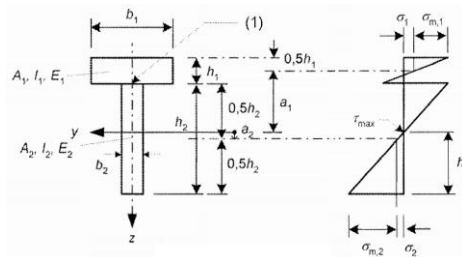
2.4. Proračun spregnutih konstrukcija

Teorija elastičnog sprežanja (Stevanović, 1994) [1] može se u potpunosti primeniti na spregnute nosače drvo-beton

sa mehaničkim moždanicima koji imaju izvesna relativna pomeranja u spoju. U praksi, rešavanje diferencijalne jednačine, izraz (3), predstavlja zametan posao, pogotovo za komplikovanije slučajeve opterećenja i oslanjanja, te je za određivanje naprežanja u elastično spregnutim nosačima usvojen pojednostavljen način proračuna spregnutih konstrukcija drvo-beton, takozvani „ γ – metod“.

$$w''' - \alpha^2 w'' = \frac{\alpha^2 M_x}{(EI)_{\infty}} - \frac{M_x'}{(EI)_0} \quad (3)$$

"Gama" metod je uprošćena analiza nosača složenog preseka, spojenih mehaničkim spojnim sredstvima, zasnovan na linearnoj teoriji elastičnosti. Ovaj postupak dat je u Evrokodu 5 [2], Aneks B i načelno je predviđen za proračun složenih preseka od drvenih elemenata, Slika 7., ali uz male modifikacije on se može primeniti i na spregnute nosače drvo-beton.



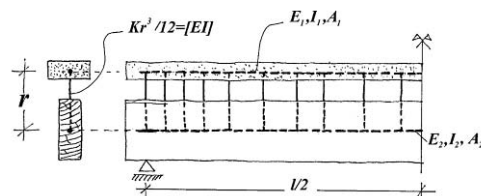
Slika 7. Jedan od složenih preseka nosača spojen mehaničkim spojnim sredstvima prema EN1995-1

Proračun se bazira na izračunavanju efektivne krutosti spregnutog preseka, izraz (4), gde se u proračun uvodi popustljivost spojnih sredstava preko modula pomerljivost na način da se položajni momenta inercije betonskog dela preseka množi „ γ “ koeficijentom (faktorom redukcije koji uzima u obzir popustljivost veze drvo-beton), u svemu prema Slici 7.

$$(EI_{ef}) = \sum_{i=1}^3 (E_i \cdot I_i + \gamma_i \cdot E_i \cdot A_i \cdot a_i^2) \quad (4)$$

2.5. Modeliranje spregnutih konstrukcija primenom softvera za strukturalnu analizu

Neki od softvera ne poseduju bazu elemenata za modeliranje spregnutih konstrukcija te je jedan od načina za njihovo modeliranje putem Virandel nosača, Slika 8.



Slika 8. Virandel model za spregnute sisteme drvo-beton

Ovaj sistem se zasniva na postojanju vertikala koje povezuju dva elementa istih ili različitih fizičko-mehaničkih karakteristika, gde vertikale u ovom smislu predstavljaju mehanička spojna sredstva sa određenom krutošću na savijanje pri pomeranju. Krutost vertikala $[EI]$ predstavljena je preko modula pomerljivosti spojnih sredstava za sprežanje, kako je prikazano na Slika 8. Na taj način uvedeno je klizanje u spoju između dva elementa, tj. popustljivost veze drvo-beton.

3. PROJEKAT SPREGNUTOG MOSTA

3.1. Projektni zadatak

Projektnim zadatkom definisano je projektovanje drumskog spregnutog drvo-beton mosta koji treba da premosti reku Đetinju u Užicu na mestu starog AB mosta. Konstrukcijski sistem mosta treba da bude lučni, gde treba predvideti da se kolovozna konstrukcija nalazi iznad lučnih nosača. Kolovozna konstrukcija treba da bude izvedena kao spregnuta konstrukcija tipa drvo-beton gde se za sprezanje koriste spojna sredstva - čelični trnovi. Most treba da sadrži dve kolovozne trake za drumski saobraćaj, kao i pešačke staze koje treba da budu odvojene zaštitnom odbojnom ogradom. Drvena noseća konstrukcija treba da bude od lameliranih lepljenih nosača.

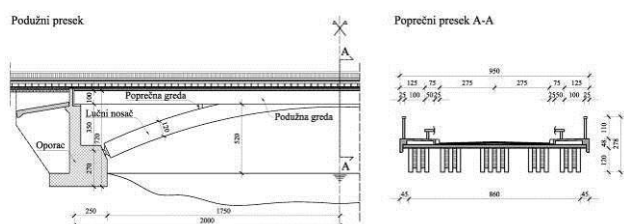
3.1. Opis konstrukcije mosta

Kao osnova za konstrukciju spregnutog mosta izabrana je realna i već izvedena konstrukcija drvenog mosta „Montmorency South Forest Bridge“, Slika 9.



Slika 9. Drveni most „Montmorency South Forest Bridge“ (Kvebek, Kanada)

Modifikacija postojećeg mosta u cilju izrade ovog rada obuhvata promenu broja drvenih elemenata (lukova i greda), raspona i širine mosta, kao i zamenu drvene kolovozne ploče betonskom koja se spreže mehaničkim spojnim sredstvima sa podužnim grednim nosačima. Konstrukcija mosta je ukupne dužine 40m i širine 9.5m, formirana od lučnih nosača (luk na dva zgloba) raspona 35m koji obrazuju oslonačku konstrukciju, kao i betonske ploče koja se spreže sa podužnim grednim nosačima i time čini kolovoznu konstrukciju mosta. Za izlivanje betonske ploče predviđena je zarobljena oplata u vidu OSB ploča. Most je namenjen za drumski saobraćaj sa dve kolovozne trake, dok su za pešake predviđene dve pešačke staze. Kako bi se obezbedio siguran saobraćaj pešaka, kolovozne trake su odvojene od pešačkih staza putem odbojnih ograda. Elementi drvene konstrukcije su od lameliranog lepljenog drveta. Analizirana su tri varijantna rešenja konstrukcije mosta, te je na osnovu opsežne analize, koja obuhvata položaj korisnog opterećenja, racionalni izbor broja i dispozicije elemenata kao i iterativne analize dejstava koja deluju na most [4], usvojeno rešenje koje je prikazano na Slici 10.



Slika 10. Novoprojektovani drveni spregnuti most

3.3. Projektovanje prema Evropskim normama

Projekat spregnutog mosta urađen je u skladu sa novim evropskim normama - Evrokodovima. Prema EN 1991, EN 1998-1 i EN 1998-2 sprovedena je analiza dejstava na konstrukciju mosta, a prema EN 1990 određene su merodavne kombinacije za dimenzionisanje, za granična stanja nosivosti i upotrebljivosti. Dimenzionisanje elemenata sprovedeno je prema EN 1992 i EN 1995. Usvojene dimenzije elemenata prikazane su u Tabeli 2.

Tabela 2. Usvojene dimenzije elemenata

Naziv pozicije	Element	Materijal	b	h	D
			cm	cm	cm
POS POPG	Poprečna greda	GL28h	15	40	-
POS PODG	Podužna greda	GL28h	20	100	-
POS LN	Lučni nosač	GL28h	20	120	-
POS T	Trn (moždanik)	B500	-	-	2.2
POS PL	AB ploča	C35/45	-	15	-

4. ZAKLJUČAK

Prednosti spregnutih konstrukcija drvo-beton u odnosu na klasične konstrukcije su očigledne, međutim efikasnost sprezanja, odnosno obezbeđivanja zajedničkog rada dva materijala, jedan je od osnovnih i najbitnijih faktora koji utiče na nosivost spregnutih nosača i u najvećoj meri zavisi od vrste moždanika koji se primenjuju.

Cilj ovog rada je bio prikaz analize i proračun spregnutih konstrukcija tipa drvo-beton prema Evropskim normama kao i pratećim istraživanjima u oblasti sprezanja drvo-beton, sa primenom na konstrukciju drumskog mosta.

5. LITERATURA

- [1] B. Stevanović, „Analiza spregnutih nosača od drveta i betona“, Magistarska teza, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1994.
- [2] Evrokod 5 – Proračun drvenih konstrukcija – Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade, SRPS EN 1995-1-1:2004, Beograd, 2009.
- [3] Ricardo de C. Alvim, Pedro Afonso de Oliveira Almeida, „Estudo Paramétrico da Rigidez Efetiva dos Pisos Mistos de Madeira-Concreto“, V Simpósio EPUSP sobre Estruturas de Concreto, São Paulo, pp. 1-15, 2003.
- [4] T. Kočetov Mišulić, D. Manojlović, „Comparative seismic analysis of three composite glulam-concrete arch bridges“, 5. međunarodno naučno-stručno savetovanje Zemljotresno inženjerstvo i inženjerska seizmologija”, Sremski Karlovci, pp. 353-362, 2016.

Kratka biografija:



Dragan Manojlović rođen je u Ljubljani, 1990. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva - Drvene konstrukcije odbranio je 2016. godine.



Tatjana Kočetov Mišulić rođena je u Bečeju, 1962. godine. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2008. god., a od 2009. godine je u zvanju docenta. Oblast interesovanja su Drvene konstrukcije.

IZBOR I PRIMENA HIDROIZOLACIONOG SISTEMA U IZGRADNJI OBJEKTA U NOVOM SADU**CHOICE AND APPLICATION WATERPROOFING UNDER CONSTRUCTION FACILITY IN NOVI SAD**Branka Maksimović, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazan postupak izbora optimalnog varijantnog rešenja hidroizolacije za zaštitu zgrade od vlage i vode koja nije pod pritiskom na osnovu ekonomskih i tehničko-tehnološkog kriterijuma.

Abstract – In this work, is describes the procedure of choice the optimal alternative solution for waterproofing protection building from moisture and water which is not under pressure on the basis of economic and technical-technological criteria.

Ključne reči: hidroizolacija, izvođenje, troškovi, vreme, optimizacija

1. UVOD

Zaštita građevinskih objekata od vlage i vode poznata je pod nazivom hidroizolacija. Hidroizolacija predstavlja različite tehničke postupke kojima štitimo delove objekta koji su privremeno ili stalno izloženi uticajima vlage i vode. Hidroizolacija, dakle podrazumeva postavljanje vodonepropusne fizičke prepreke koja ima za cilj da spreči prodor vlage ili vode unutar objekta. Onemogućavajući ulazak vode ili vlage u zidove ili podove našeg objekta (prostora), hidroizolacija sprečava razna oštećenja konstrukcijskih elemenata građevine, a istovremeno doprinosi i očuvanju estetskog izgleda građevine.

Danas proizvođači boreći se za tržište nude različite vrste hidroizolacionih materijala i sisteme njihovog postavljanja, ugrađivanja u objekat. Svaki od materijala ima drugačije tehničke karakteristike, koje je potrebno uskladiti sa konkretnim objektom i uslovima lokacije na kojoj se on gradi. Potrebno je ispoštovati uputstva proizvođača prilikom ugrađivanja hidroizolacionih materijala, kako bi se obezbedio zahtevani nivo zaštite, sa jedne strane, ali voditi računa i o izboru hidroizolacionog sistema koji će i u ekonomskom pogledu obezbediti pozitivne efekte izgradnje.

U ovom radu je za stambeni objekat u Novom Sadu predloženo najpovoljnije rešenje hidroizolacije, hidroizolacioni sistem (materijal), sa aspekta tehnoloških i ekonomskih kriterijuma koji direktno utiču na samu izgradnju, ukupne troškove i vreme (rok izgradnje).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, red.prof.

2. HIDROIZOLACIONI MATERIJALI

Hidroizolacioni materijali čine posebnu grupu građevinskih materijala za koje važe vrlo strogi zahtevi za kvalitet. To su materijali koji se ne smatraju konstrukcijskim (nosivim), ali su odgovorni za upotrebljivost i stanje konstrukcije. Osnovni zadatak hidroizolacionih materijala je da štite sve elemente zgrade od uticaja vlage i vode, a da se pri tome ne degradiraju.

Hidroizolacioni materijali se mogu podeliti na više načina. Podela je moguća prema: sirovinskoj osnovi, konzistenciji i načinu ugrađivanja [1].

Podela prema sirovinskoj osnovi je na:

- hidroizolacione materijale od bitumena i polimerbitumena u obliku premaza, namaza i traka,
- hidroizolacione materijale od sintetičkih smola u obliku traka – membrana i debeloslojnih premaza tj. bezšavnih membrana,
- hidroizolacione materijale tipa cementnih kompozicija u obliku premaza, vodonepropustljivih maltera i inekcionih masa.

Prema konzistenciji na:

- fleksibilne sisteme (plastični, plastoelastični i elastični), na bazi bitumenskih, polimerbitumenskih i sintetičkih materijala,
- krute sisteme (cementne kompozicije koje vezu sa podlogom ostvaruju fizički prijanjanjem za podlogu ili penetrirajući u podlogu).

Prema načinu ugrađivanja na:

- višeslojne fleksibilne sisteme od bitumenskih i polimer bitumenskih traka koji se izvode na dva načina:
 - ugrađivanjem traka po „toplom“ postupku,
 - ugrađivanjem traka po „hladnom“ postupku,
- bitumenski premazi, namazi, paste koje se izvode premazivanjem,
- sistemi od sintetičkih/elastomernih traka koji se po pravilu izvode kao jednoslojni sistemi,
- tečne sintetičke bezšavne membrane, koje se primenjuju po hladnom postupku, premazivanjem ili prskanjem,
- kruti sistemi od cementnih kompozicija koji se izvode u više slojeva po hladnom postupku.

2.1. Materijali za hidroizolacione sisteme

Materijali za hidroizolacione sisteme su grupisani u:

- ugljovodonične hidroizolacione materijale,
- sintetičke hidroizolacione materijale,
- neorganske hidroizolacione materijale.

U ugljovodonične hidroizolacione materijale spadaju svi materijali kod kojih je osnovna komponenta bitumen. Primenjuju se kao namazi bez ikakvih dodataka ili fabrički prerađeni kombinovani sa različitim materijalima u vidu premaza, namaza i traka (bitumenske i polimerbitumenske trake sa različitim ulošcima).

Sintetički hidroizolacioni materijali predstavljaju fleksibilne fabričke proizvode koji mogu biti u vidu membrana debljine od 1 mm do 3 mm, folije debljine do 1 mm, kao i razni premazi, namazi i paste.

Neorganski hidroizolacioni materijali podrazumevaju proizvode koji pored osnovnog hidroizolacionog veziva sadrže i razne mineralne materijale i hemijski aktivna sredstva za zaptivanje.

3. HIDROIZOLACIONI SISTEMI

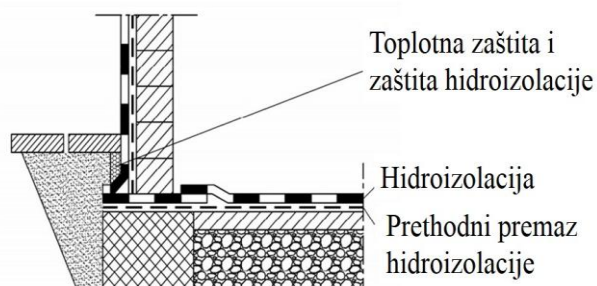
Po mestu primene u građevinarstvu hidroizolacija se može podeliti na:

- hidroizolaciju podzemnih delova objekata visokogradnje (temelja, podruma),
- hidroizolaciju delova objekata direktno izloženih atmosferskim vodama (krovova, fasada, terasa),
- hidroizolaciju pojedinih prostorija delova objekata ili posebnih objekata (kuhinja, kupatila, bazena),
- hidroizolaciju u niskogradnji (tunela, mostova itd).

3.1. Hidroizolacije podzemnih delova objekata

Da bi se podzemni delovi objekta mogli koristiti za razne namene potrebno ih je obezbediti od prodora vlage i vode i time povećati trajnost ukopanih delova konstrukcije (zgrade), od fizičkog i agresivnog uticaja spoljne sredine, vlage i vode. Hidroizolacija podzemnih delova objekta mora zadovoljiti visoka fizičko-mehanička svojstva uz minimalno potrebno održavanje.

Hidroizolacija podzemnih delova objekata obuhvata horizontalnu hidroizolaciju zida i poda (temeljne ploče), kao i vertikalnu hidroizolaciju podzemnih zidova. Položaj hidroizolacije prikazan je na slici 1.



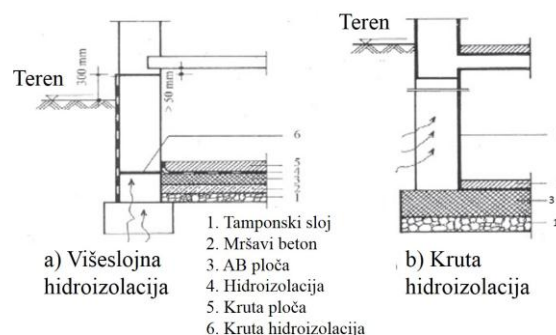
Slika 1. Hidroizolacija objekta od vlage iz tla

Za hidroizolaciju podzemnih delova objekta od vlage i vode koja nije pod pritiskom preporuka je da se primene:

- bitumenske trake za zavarivanje,
- bitumenske emulzije,
- sintetičke folije i
- hidroizolacione cementne mase.

Mere koje se preduzimaju radi zaštite izvedene hidroizolacije od oštećenja do završetka građevinskih radova su privremenog karaktera i prestaju kada se radovi na hidroizolaciji nastave. Trajna zaštita hidroizolacije se izvodi samo preko završene hidroizolacije. Zaštita treba da prati tok izvođenja radova i da se uradi što je pre moguće posle završetka hidroizolacije. Pri izvođenju zaštitnih slojeva treba paziti da se hidroizolacija ne ošteti. Zaštitni slojevi se prema materijalu koji se primenjuju za njihovo izvođenje dele na čvrste (zid od opeke, sloj betona) i meke (bitumenske trake, stiropor ploče). Ovi slojevi treba da štite hidroizolaciju od statičkih, dinamičkih i termičkih uticaja. Kada zaštitni slojevi idu preko hidroizolacije temeljne ploče oni mogu biti i korisni slojevi objekta – podne obloge.

Na slici broj 2 prikazane su skice za rešavanje hidroizolacije kod objekata sa podrumom, prema uslovima za projektovanje i izvodjenje hidroizolacija iz odgovarajućih standarda i praktičnih iskustava sa domaćim materijalima [2].



Slika 2. Skice rešavanja hidroizolacije podnih konstrukcija

4. TEHNOLOŠKA ANALIZA I IZBOR HIDROIZOLACIONOG SISTEMA

Optimalno upravljanje izgradnjom podrazumeva donošenje brojnih i blagovremenih odluka koje imaju povoljne posledice na tok, rezultate i efekte građevinske proizvodnje. Kao odgovor na brojna pitanja inženjer, mora koristiti sistemski pristup, koji će ga usmeriti na identifikovanje strukture konkretnog problema, odnosno utvrđivanje broja elemenata koji se analizom mogu izdvojiti, proučavanje svojstava tih elemenata i definisanje prirode njihovog odnosa. To zahteva posedovanje neophodnog nivoa stručnosti i upotrebu odgovarajućih metoda za realizaciju zadataka.

U ovom radu rešen je problem izbora optimalnog hidroizolacionog sistema. Analiza je rađena na višeporodičnom stambenom objektu koji se nalazi u Novom Sadu u ulici Matice srpske broj 12. Objekat je spratnosti Su+Pr+2+Pk, a površina koja treba da se zaštiti od vlage i vode koja nije pod pritiskom je 492 m².

4.1. Varijantna rešenja

Na osnovu analiza i opisa različitih sistema koji se primenjuju za hidroizolaciju podzemnih delova objekata od vlage i vode koja nije pod pritiskom i karakteristika materijala izabrana su tri varijantna rešenja:

- VARIJANTA 1 – poliazbitol
- VARIJANTA 2 – kondorin V-3
- VARIJANTA 3 – polimer cementni hidroizolacioni premaz.

VARIJANTA 1 – Poliazbitol je jednokomponentna elastomer bitumenska pasta za hladan postupak. Nanosi se na suhu i čistu podlogu prethodno namazanu bitulitom. Poliazbitol se nanosi u dva ili tri sloja četkom sa tvrdom dlakom. Novi sloj se nanosi nakon očvršćavanja prethodnog, ukoliko se nanosi u više slojeva u svaki prethodni se utiskuje staklena mrežica. Na slici broj 3 je prikazan način nanošenja poliazbitola.



Slika 3. Nanošenje poliazbitola

VARIJANTA 2 – Kondorin V-3 je hidroizolaciona traka sa uloškom od staklenog voala, koja je sa obe strane obložena plastomernim bitumenom. Kondorin se postavlja varenjem butan gasom na podlogu koja je prethodno namazana bitulitom. Ovaj postupak je prikazan na slici broj 4.



Slika 4. Postavljanje kondorina V-3

VARIJANTA 3 – Dvokomponentni paropropusni polimer modifikovani cementni hidroizolacioni premaz, koji se sastoji od tečnog polimera i smeše na bazi cementa sa specijalnim aditivima.

Nanosi se ručno, četkom ili gletaricom u slojevima od 0.75 mm do 2 mm. Na slici 5 je prikazan način postavljanja polimer modifikovanog cementnog premaza.



Slika 5. Nanošenje polimer modifikovanog cementnog premaza

4.2. Kriterijumi vrednovanja

Za izbor optimalnog tipa hidroizolacije definisana su četiri kriterijuma:

- troškovi materijala,
- troškovi rada,
- ukupni troškovi i
- vreme potrebno za postavljanje hidroizolacije.

Ovi kriterijumi predstavljaju pokazatelje efikasnosti izgradnje, jer se adekvatnim izborom materijala i načina ugrađivanja, smanjenjem vremena i troškova ugrađivanja, može uticati na rok i ukupne troškove izgradnje objekta.

Troškovi materijala obuhvataju troškove materijala i troškove prevoza do gradilišta. Za proračun su uzeti podaci dobijeni od strane proizvođača. Troškovi materijala su prikazani u tabeli broj 1.

Tabela 1. - Troškovi materijala

VARIJANTE	Troškovi materijala [din]	
	za 1 m ²	za ceo objekat
VARIJANTA 1	591.7	291116.4
VARIJANTA 2	323.14	158984.88
VARIJANTA 3	471	231732

Troškovi rada hidroizolacije obuhvataju troškovi radne snage. Specifikacija radne snage prati aktivnosti potrebne za izvođenje hidroizolacije. Za analizu su korišćeni normativi u građevinarstvu. Za slučajeve koji se ne nalaze u normativima iskorišćeni su iskustveni podaci izvođača radova. Troškovi rada su prikazani u tabeli broj 2.

Tabela 2. - Troškovi rada

VARIJANTE	Troškovi rada [din]	
	za 1 m ²	za ceo objekat
VARIJANTA 1	105.264	51789.89
VARIJANTA 2 vertikalna podloga	75.888	13356.64
VARIJANTA 2 horizontalna podloga	52.877	16709.13
VARIJANTA 3	75.398	37096.8

Ukupni troškovi su izračunati na osnovu troškova materijala, troškova rada i faktora opštih troškova koji ima vrednost 4.0 [3]. Ukupni troškovi prikazani su u tabeli broj 3.

Tabela 3. - Ukupni troškovi

VARIJANTE	Ukupni troškovi [din]	
	za 1 m ²	za ceo objekat
VARIJANTA 1	1117.32	549721.44
VARIJANTA 2 vertikalna podloga	702.58	309313.73
VARIJANTA 2 horizontalna podloga	587.53	
VARIJANTA 3	847.99	417211.08

Vreme potrebno za postavljanje hidroizolacije izračunato je na osnovu građevinskih normi, po grupama radnika. U tabeli broj 4 je prikazano vreme i broj radnika, po kategorijama, potrebnih za postavljanje hidroizolacije.

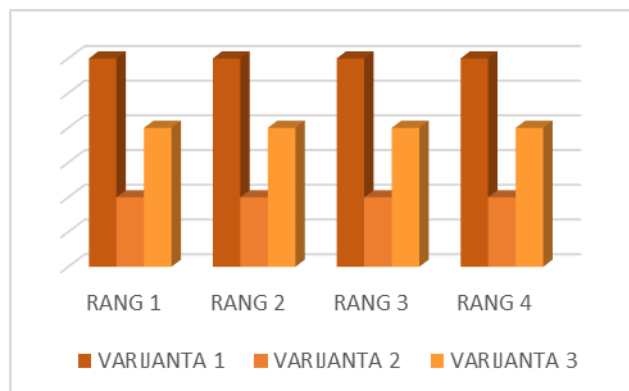
Tabela 4. - Vreme potrebno za postavljanje hidroizolacije

		Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3
Broj radnika po grupama	VI	3	2	2
	IV	3	2	2
	II	8	5	6
Ukupno vreme	(h)	211.56	122.816	151.536
Dana		2	2	2

Metodom rangiranja: RANG 1. - rangiranje po troškovima materijala, RANG 2. - rangiranje po troškovima rada, RANG 3. - rangiranje po ukupnim troškovima i RANG 4. - rangiranje po vremenu, izabrana je najpovoljnija varijanta. Tabela broj 5 prikazuje konačnu rang listu, a slika 6 grafički prikaz rang liste po svim kriterijumima.

Tabela 5. Rangiranje po svim kriterijumima

	R A N G	R A N G	R A N G	R A N G	Z B I R	K O N A Č N O
	1.	2.	3.	4.		
Var. - 1	3	3	3	3	12	3
Var. - 2	1	1	1	1	4	1
Var. - 3	2	2	2	2	8	2



Slika 6. Grafički prikaz rang liste prema svim kriterijumima

Na osnovu prethodnih analiza izabrana je najpovoljnija varijanta hidroizolacionog sistema za stambeni objekat u Novom Sadu u ulici Matice srpske broj 12, VARIJANTA 2 - kondorin V-3.

5. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada je bio izbor optimalne hidroizolacije, odnosno zaštite zgrade od vlage i vode koja nije pod pritiskom. Prikazane su karakteristike i urađena je podela hidroizolacionih materijala, a zatim je opisan i postupak ugrađivanja hidroizolacionih materijala za tri varijante: varijanta 1 – poliazbitol, varijanta 2 - kondorin V-3 i varijanta 3 – polimer cementni hidroizolacioni premaz.

Za izbor optimalnog tipa hidroizolacije definisana su četiri kriterijuma. Prva tri kriterijuma su ekonomski kriterijumi, dok je četvrti kriterijum tehničko-tehnološki. Definisani kriterijumi su: troškovi materijala, troškovi rada, ukupni troškovi i vreme potrebno za postavljanje hidroizolacije.

Metodom rangiranja varijanti po kriterijumima izabrano je optimalno rešenje, druga varijanta, jer je najpovoljnija prema svim kriterijumima. Usvojena varijanta je kondorin V-3, odnosno hidroizolaciona bitumenska traka sa uloškom od staklenog voala, koji je sa obe strane obložen plastomernim bitumenom i zaštićen polietilenskom folijom.

Hidroizolacija na bitumenskim osnovama se koristi još uvek zbog dugogodišnjih pozitivnih iskustava sa bitumenom. Pravilnim izborom i ugradnjom može se očekivati dug vek trajanja objekta. Bitumen poseduje trajnost i pouzdanost nepropuštanja vlage i vode, čak i nakon nekoliko decenija. Odluke ove hidroizolacije su jednostavna i brza ugradnja, nije štetna za okolinu, nije kancerogena i ne zagađuje vode.

6. LITERATURA

- [1] Denić, N. "Priručnik za hidroizolaciju zgrada ispod nivoa terena i ravni krovovi", Kanjiža.
- [2] Todorović, M., Bogner, M., Denić, N. "O izolaciji", Beograd, 2012.
- [3] Trivunić, M., Matijević, Z. "Tehnologija i organizacija građenja"-praktikum, Novi Sad, 2009.

Kratka biografija:



Branka Maksimović rođena je u Jajcu 1987. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Organizacija i tehnologija građenja odbranila je 2016.god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2015.god. je u zvanju redovnog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske konstrukcije i tehnologije.

PROJEKAT AB KONSTRUKCIJE DEČIJEG OBDANIŠTA I UPOREDNA ANALIZA ODREDBI ZA PROJEKTOVANJE KONSTRUKCIJA PREMA ZAHTEVIMA TRAJNOSTI**PROJECT OF RC BUILDING AND COMPARATIVE ANALYSIS OF REGULATIONS FOR DESIGN OF CONSTRUCTIONS ACCORDING TO DEMANDS OF DURABILITY**

Aleksandar Vasiljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast- GRAĐEVINARSTVO

Sadržaj- U radu je prikazan projekat konstrukcije višespratnog armiranobetonskog objekta u koji je smešteno dečije obdanište Po + Pr + 2 kao i uporedna analiza odredbi za projektovanje betonskih konstrukcija prema zahtevima trajnosti.

Abstract- The project of multistory reinforced concrete building for Kindergarten with basement + ground floor + 2 stories, and a comparative analysis of regulations for design of concrete constructions according to demands of durability.

Ključne reči: armiranobetonski objekat, skeletni sistem, trajnost betona.

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje višespratne armiranobetonske konstrukcije dečijeg obdaništa spratnosti suteran + prizemlje + 2 sprata. Zgrada je u osnovi poligonalna, definisani su gabariti, rasteri stubova, namena pojedinih površina, lokacija i konstruktivni sistem.

2. OPIS PROJEKTA**2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

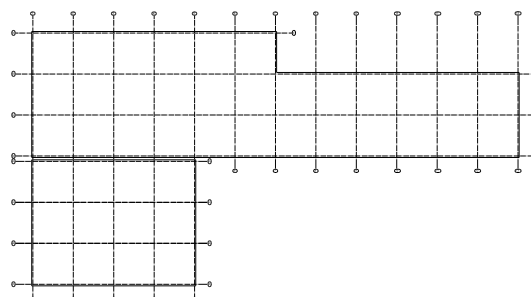
Zgrada se izvodi kao objekat u skeletnom sistemu. Položaj konstruktivnih elemenata definisan je sa trinaest poprečnih i osam podužnih osa, što je prikazano na slici 1. U „Y“ pravcu nalaze se ose 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 i 13. Međusobni rasponi između osa su 5.3m. Ose A, B, C, D, E, F, G i H se pružaju u „X“ pravcu i njihovi međusobni rasponi su takođe 5.3 m. U podrumu su projektovane magacinsko-tehničke prostorije. Na preostalim etažama projektovani su prostori za prijem i boravak dece. U prizemlju je predviđen i medicinski blok kao i prostor namenjen ishrani, te ulazni hol sa hodnicima i dve vertikalne stepenišne komunikacije. Sanitarne prostorije su raspoređene po etažama shodno potrebi. Spratna visina svih etaža je 3.0 m. Zidovi (sa unutrašnje strane) i plafoni se malterišu produžnim malterom d=1.5 cm i boje polu-disperznom bojom. U sanitarnim prostorijama i kuhinjama zidovi se oblažu keramičkim pločicama do visine plafona.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Đorđe Ladinović

Podovi u prostorijama namenjenim boravku dece, jaslenom delu, medicinskom bloku i administrativnim prostorijama su obloženi vinil pločama, a u kupatilima, wc-ima, ostavama, kuhinjama keramičkim pločicama. U suterenu se kao finalni sloj poda ostavlja cementna košuljica. U mokrim čvorovima na konstrukciju treba postaviti hidroizolaciju. Stepeništa i hodnici obrađuju se vinil pločama.

Fasadni zidovi su debljine 20cm. Unutrašnji zidovi su od pune opeke debljine 12cm. Krovna konstrukcija je ravna betonska krovna ploča sa potrebnim slojem za pad i slojevima izolacije. Slojevi iznad krovne ploče su: mršav beton d=5 cm, aluminijumska folija d=0,2 cm, bitumenska hidroizolacija d=0,5 cm, stirodur d=8 cm, bitumenske trake sa uloškom od staklene vune – 5 slojeva, sloj za odvajanje – poliesterski filc, šljunak granulacije 16/32 d=5 cm. Krovna ploča je opšivena olučnom gredom dimenzija 30/50 cm.



Slika 1: Šema osa objekta

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Objekat je projektovan u klasičnom sistemu skeletne armirano-betonske konstrukcije, kombinacijom AB stubova i greda i AB ploča.

Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca. Međuspratne konstrukcije su debljine 20 cm, primaju gravitaciono opterećenje jednog sprata i prenose ga na grede i stubove objekta. Pored toga međuspratna konstrukcija ukružuje sistem u horizontalnom pravcu i prima horizontalne sile i prenosi ih dalje na vertikalne elemente (stubove i zidove stepenišnog jezgra). Stepeništa u objektu se sastoje iz dve kose ploče i horizontalnog međupodesta. Stepenište je uklešteno u dve međuspratne tavanice. Korišćena je marka betona MB 30.

Dimenzije greda u podužnom pravcu su 40/40 cm a u poprečnom 30/40 cm. Armiranje greda se vrši armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB i pravilniku za seizmiku.

Dimenzije stubova su 30/40 cm. Stubovi su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju u seizmički aktivnim područjima. Betoniraju se betonom MB 30. Armiranje stubova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB i pravilniku za seizmiku.

Zidovi za ukrućenje postavljani su u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime i prenesu na temelje horizontalna seizmička opterećenja i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Zidna platna su dimenzija $d=30$ cm i, raspoređeni su u vidu dva stepenišna jezgra. Zidovi za ukrućenje su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Korišćena je marka betona MB 30. Armiranje zidova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB i pravilniku za seizmiku.

U podrumu su projektovani armiranobetonski zidovi debljine $d=30$ cm. Njihova uloga je da prime opterećenje od tla. Armiranje zidova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB i pravilniku za seizmiku.

Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnim pločama debljine $d=50$ cm. Temeljne ploče se izvode od armiranog betona. Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine 10 cm i sloj mršavog betona debljine 5 cm. Preko sloja mršavog betona se postavlja hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona debljine 5 cm. Korišćena je marka betona MB 30, a armatura RA 400/500. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen u geomehaničkom elaboratu i on iznosi $\sigma_{doz}=250$ kN/m².

Krovnna konstrukcija je ravna krovnna ploča. Pored uticaja od sopstvene težine konstrukcija je proračunata i na dejstvo vetra i snega.

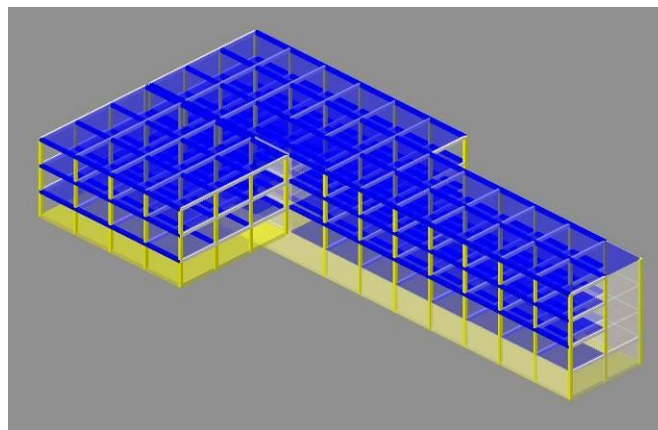
2.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja:

- **stalno opterećenje**, prema SRPS U.C7.123/1988, čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovne obloge);
- **korisno opterećenje**, u funkciji namjene prostorija, prema SRPS U.C7.121/1988;
- **opterećenje snegom** iznosi 1 kN/m² osnove krova (Sl. list SFRJ 61/48);
- **opterećenje vetrom** je analizirano saglasno aktuelnim standardima SRPS U.C7.110, 111 i 112;
- **seizmičko opterećenje** je analizirano metodom statički ekvivalentnog opterećenja saglasno Pravilniku [1] (II kategorija objekta, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

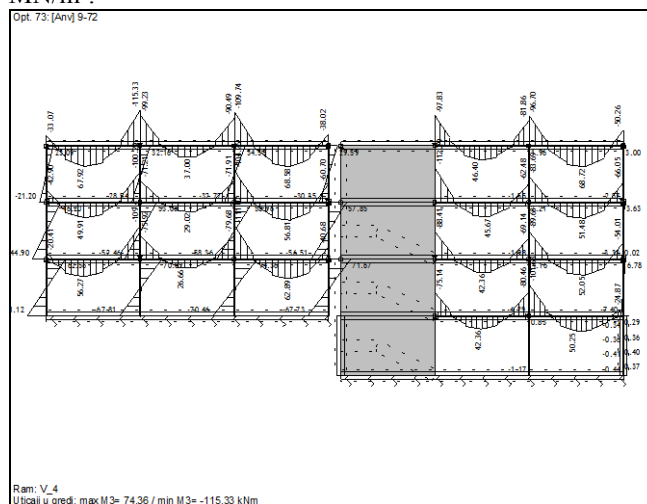
2.4. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0, korišćenjem linijskih i površinskih konačnih elemenata.



Slika 2:3D zgleđ konstrukcije

Opterećenja na model su aplicirana kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elementa 0.5 m). Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela podloge – elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od 20 MN/m³.



Slika 3: Ram u osi 4-4, anvelopa momenta M_3

Analiza dejstva horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanice konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Modalna analiza je sprovedena sa realnim rasporedom masa bez redukovanja faktora krutosti i modula elastičnosti seizmičkih zidova što omogućuje realniji prikaz sadejstva ploča i seizmičkih zidova.

2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Za sve elemente konstrukcije korišćen je beton MB 30. Pri dimenzionisanju elemenata, i za podužnu i za poprečnu armaturu, usvojena je rebrasta RA 400/500. Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima [1], [2], prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorišćena opcija korišćenog softvera. Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani, obostrano simetrično armirani. AB zidovi su dimenzionisani saglasno Pravilniku [1] i [2].

3. UPOREDNA ANALIZA ODREDBI ZA PROJEKTOVANJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA PREMA ZAHTEVIMA TRAJNOSTI

3.1. Opšte

Beton može biti izložen nepovoljnim klimatskim uslovima, hemijski agresivnim sredinama i mehaničkim oštećenjima. U takvim uslovima životni vek betonske konstrukcije zavisi više od postojanosti nego od marke betona. Osnovna svojstva koja uslovljavaju trajnost betona su: poroznost, kapilarnost, vodonepropusnost, apsorpcija, čvrstoće (prvenstveno čvrstoća na zatezanje). Da bi se postigla zadovoljavajuća svojstva betona vrlo važnu ulogu ima adekvatan izbor agregata, cementa i dodataka za konkretne uslove agresivnosti sredine. Ne manje važni su i uslovi ugradnje, zbijanja i negovanja mladog betona

3.2. Proračun debljine zaštitnog sloja betona do armature prema PBAB 87

Pod zaštitnim slojem betona do armature podrazumeva se najmanje rastojanje od bilo koje armature u elementu do najbliže površine betona. Kod linijskih elemenata to su, po pravilu, uzengije, a kod površinskih elemenata sloj noseće (ili podeone) armature, bliži površini elementa.

U [1] i [2] su dati osnovni parametri koji utiču na usvajanje debljine zaštitnog sloja: vrsta elementa, odnosno konstrukcije, stepen agresivnosti sredine u kojoj se element nalazi, marke betona, prečnika i vrsta armature i način ugrađivanja betona, odnosno izvođenja konstrukcije.

Prema Pravilniku BAB 87 ([1] i [2]), u zaštićenim prostorima, u slabo agresivnim sredinama, minimalni zaštitni sloj za ploče, ljsuske i zidove, kao i za rebraste i olakšane međuspratne konstrukcije, iznosi 1,5cm. Minimalni zaštitni sloj za grede i stubove u slabo agresivnim sredinama je 2,0 cm. Uvedene su i dopunske, preciznije odredbe za korekciju - povećanje minimalnih zaštitnih slojeva, u zavisnosti naročito od agresivnosti sredine, od marke betona, od uslova izvođenja kao i od dostupnosti kontroli površina betona posle betoniranja. Za betone marke niže od MB 25 propisani minimalni zaštitni slojevi betona se moraju povećati za 0,5 cm dok se za montažne elemente i konstrukcije, proizvedene u fabričkim uslovima, dopušta smanjenje od 0,5 cm. Sve korekcije se vrše simultano, odnosno kumulativno.

Primer radi, minimalni zaštitni sloj betona do armature, za gredni AB element od betona marke \geq MB 25, betoniran *in situ*, u jako agresivnoj sredini, čija površina posle betoniranja nije dostupna kontroli, iznosi $a_0 = 3,5 + 0,5 = 4,0$ cm.

Marka betona	< MB 25		≥ MB 25	
	gresde stubovi	ploče ljsuske zidovi	gresde stubovi	ploče ljsuske zidovi
slaba	2,5	2,0	2,0	1,5
srednja	3,0	2,5	2,5	2,0
jaka	4,0	3,5	3,5	3,0

Slika 3: Minimalne debljine zaštitnog sloja betona a_0 , u zavisnosti od agresivnosti sredine, marke betona i od vrste konstrukcije, za elemente i konstrukcije betonirane na licu mesta, prema BAB 87

Pravilnik BAB 87 precizira i da zaštitni sloj betona do armature ne sme biti manji od prečnika te armature, o čemu naročito treba voditi računa pri grupisanju armature u svežnjeve.

Jedno od značajnijih pitanja kojima se Pravilnik BAB 87 ne bavi je pitanje dopuštenih odstupanja dimenzija i, uopšte, tolerancije geometrijskih mera pri izvođenju betonskih konstrukcija, koje imaju generalni značaj. To je inače vrlo značajno pitanje s obzirom da je zaštitni sloj betona veoma osetljiv na odstupanja od projektovane debljine. Ukoliko je zaštitni sloj deblji od 5 cm, onda se on treba posebno armirati tanjom armaturnom mrežom. Ta armatura isto mora imati zaštitni sloj betona od najmanje 2 cm.

3.3. Proračun debljine zaštitnog sloja betona do armature prema EC2

Debljina zaštitnog sloja je rastojanje između površine armature koja je najbliža površini betona (uključujući uzengije i površinsku armaturu, ako postoji), i najbliže površine betona.

Nominalni zaštitni sloj definiše se kao minimalni zaštitni sloj, c_{min} , koji se povećava za toleranciju koja se uzima u obzir u proračunu, Δc_{dev} ,

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

Minimalni zaštitni sloj c_{min} mora da se predvidi da bi se obezbedili:

- siguran prenos sila prijanjanja betona i armature
- zaštita armature od korozije (trajnost)
- adekvatna otpornost na dejstvo požara.

Mora da se usvoji veća od vrednosti c_{min} koje zadovoljavaju i zahteve u pogledu prijanjanja betona i armature i zahteve koji proizilaze iz uslova sredine.

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\}$$

gde je:

$c_{min,b}$ – minimalni zaštitni sloj s obzirom na uslove prijanjanja,

$c_{min,dur}$ – minimalni zaštitni sloj s obzirom na uslove sredine,

$\Delta c_{dur,\gamma}$ – dodatni element sigurnosti,

$\Delta c_{dur,st}$ – smanjenje minimalnog zaštitnog sloja kada se koristi nerđajući čelik,

$\Delta c_{dur,add}$ – smanjenje minimalnog zaštitnog sloja kada se koristi dodatna zaštita.

Da bi se obezbedilo sigurno prenošenje sila prijanjanja i osiguralo adekvatno zbijanje betona, minimalni zaštitni sloj ne treba da bude manji od veličine $c_{min,b}$.

Minimalni zaštitni slojevi za armaturu i za kablove za prethodno naprezanje u betonu normalne težine, s obzirom na klase izloženosti uticajima sredine i klase konstrukcije, dati su vrednostima $c_{min,dur}$.

Klasifikacija konstrukcija i vrednosti $c_{min,dur}$ koje se primenjuju u određenij zemlji, date su u njenom Nacionalnom aneksu

Zaštitni sloj betona može da se poveća za vrednost $\Delta c_{dur,\gamma}$ kojom se obezbeđuje dodatna sigurnost.

Kada se koristi nerđajući čelik ili kada su preduzete druge specijalne mere, minimalni zaštitni sloj može da se smanji za vrednost $\Delta c_{dur,st}$. U takvim slučajevima treba razmotriti uticaje smanjenja na sva relevantna svojstva materijala, uključujući i prijanjanje betona i čelika.

Za beton sa dodatnom zaštitom (na primer, premazima), minimalni zaštitni sloj može da se smanji za vrednost $\Delta c_{dur,add}$.

Kada se beton ugrađuje na licu mesta, u kontaktu sa drugim betonskim elementima (prefabrikovanim ili ranije ugrađenim na gradilištu), minimalni zaštitni sloj betona od armature do kontaktne površine sa postojećim betonom može da se smanji na vrednost koja odgovara zahtevu za postizanje zadovoljavajućeg prijanjanja betona i armature, pod uslovom da je:

- klase betona najmanje C25/30,
- vreme za koje je kontaktna površina betona bila izložena uticajima spoljašnje sredine kratko (<28 dana),
- kontaktna površina ohrapavljena.

Za površine koje nisu ravne (na primer, površine betona sa vidljivom strukturom agregata) minimalni zaštitni sloj treba da se poveća za najmanje 5mm.

Kada se očekuje zamrzavanje/topljenje ili dejstvo hemijske agresije na beton (klase XF i XA), posebna pažnja treba da se obrati na sastav betona. Zaštitni sloj betona je obično u takvim slučajevima dovoljan.

U pogledu abrazije betona posebna pažnja treba da se obrati na agregat, prema EN 206-1. Jedna od mogućnosti je da se abrazija betona uzme u obzir povećanjem zaštitnog sloja (žrtvovani sloj). U tom slučaju minimalni zaštitni sloj c_{min} treba da se poveća za k_1 za klasu abrazije XM1, za k_2 za klasu XM2 i za k_3 za klasu XM3.

Vrednosti k_1 , k_2 , k_3 koje se primenjuju u određenoj zemlji, date su u njenom Nacionalnom aneksu. Preporučene su vrednosti 5 mm, 10 mm i 15 mm.

Kada se proračunava nominalni zaštitni sloj c_{nom} , mora da se predvidi povećanje minimalnog zaštitnog sloja betona da bi se uzela u obzir odstupanja u izvođenju (Δc_{dev}).

Vrednost Δc_{dev} koja se primenjuje u određenoj zemlji, data je u njenom Nacionalnom aneksu. Preporučena vrednost je 10 mm.

U izvesnim slučajevima tolerancija, a time i dodatno povećanje minimalnog zaštitnog sloja Δc_{dev} , može da se smanji.

Smanjenje vrednosti Δc_{dev} u takvim slučajevima, koje se primenjuju u određenoj zemlji, dato je u njenom Nacionalnom aneksu (kao što je navedeno u [6]).

3.4. Primer proračuna debljine zaštitnog sloja betona do armature prema BAB 87

Položaj elementa: zid suterena u osi 1

Agresivnost sredine: srednje agresivna sredina

Marka betona: MB 35

Vrsta konstrukcije: zid

Površina posle betoniranja nije dostupna kontroli.

Debljina minimalnog zaštitnog sloja $a_0 = 20 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 25 \text{ mm}$

3.5. Primer proračuna debljine zaštitnog sloja betona do armature prema EC2

Položaj elementa: zid suterena

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm} \}$$

$$c_{min,b} = 16 \text{ mm}; c_{min,dur} = 20 \text{ mm}; \Delta c_{dur,\gamma} = 0 \text{ mm}; \Delta c_{dur,st} = 0 \text{ mm}; \Delta c_{dur,add} = 0 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \{ 16; 20 + 0 - 0 - 0; 10 \text{ mm} \}$$

$$c_{min} = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$$

4. ZAKLJUČAK

Proračun debljine zaštitnog sloja betona do armature prema BAB 87 i EC2 pokazuje da prema Evrokodu dobijamo nešto veću debljinu zaštitnog sloja čime smo na strani sigurnosti. Takođe može se uočiti da pravilnik EC2 toj problematici prilazi znatno temeljnije nego što to čini naš Pravilnik BAB 87.

5. LITERATURA

- [1] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [2] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton 3*, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [4] B. Petrović: *Odabrana poglavlja iz zemljotresnog građevinarstva*, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.
- [5] S. Stevanović: *Fundiranje I*, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [6] *Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings*, Management Centre, Brussels, december 2004.

Kratka biografija:



Aleksandar Vasiljević rođen je u Loznici 1985. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo odbranio je 2016. godine.

ANALIZA I UNAPREĐENJE ORGANIZACIJE I UPRAVLJANJA AUTOTRANSPORTNE DELATNOSTI U OKVIRU PREDUZEĆA „TRANSLOG SEKULIĆ“ DOO SM**ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF ORGANIZATION AND MANAGING OF TRANSPORT PROCESSES OF COMPANY „TRANSLOG SEKULIC“ DOO SM**

Saša Kurajić, Pavle Gladović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana analiza trenutnog stanja voznog parka, organizacione strukture kao i primenjenih informacionih tehnologija u preduzeću „Translog Sekulić“ doo Sremska Mitrovica. Na osnovu te analize utvrđeni su nedostaci i predložene mere za poboljšanje poslovanja preduzeća.

Abstract – This work represents the analysis of the current situation of organizational and qualification structure as well as software solutions in company „Traslog Sekulic“ from Sremska Mitrovica. Based on that analysis disadvantages have been established and measures for improvement of company managment are proposed.

1. UVOD

Drumski transport predstavlja najmasovniji oblik transporta robe i putnika na malim i srednjim rastojanjima. Specifičan je zbog toga što svi drugi vidovi transporta zavise od drumskog transporta i njegovih prednosti i usluga. Osnovne prednosti se ogledaju u :prevozu robe od vrata do vrata, visokom manevarskom sposobnošću, malim investacionim ulaganjima i dr.

Autotransportna preduzeća (ATP) vrše usluge pevoza robe i putnika i potrebno je da se prilagode zahtevima modernog transporta ukoliko žele da budu konkurentna na tržištu.

Predmet ovog rada je jedno takvo ATP i u okviru rada je urađena analiza tog preduzeća i predložene su mere unapređenja poslovanja.

2. RAZVOJ I DELATNOST PREDUZEĆA

Kompanija „Translog Sekulić“ DOO je osnovana 2000. godine pod imenom AP „Sekulić“ i u početku se bavila isključivo unutrašnjim transportom. Poslednjih 14 godina kompanija se bavi međunarodnim transportom i svojim klijentima nudi usluge dobro organizovane logistike i prevoza robe uz proveru sigurnosti i vremensku preciznost.

3. ORGANIZACIONA STRUKTURA

Kompanija „Translog Sekulić“ se sastoji iz 3 sektora: sektor transport, sektor finansije i sektor održavanje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Pavle Gladović, red.prof.

U sektoru transport je zaposleno 23 radnika od kojih je jedan rukovodilac, dva disponenta i dvadeset vozača.

Disponent prikuplja, analizira i prati podatke koji su bitni za obavljanje transporta i organizuje ekonomično iskorišćavanje vozila.

U sektoru finansija zaposlen je jedan knjigovođa sa dugogodišnjim iskustvom koji za direktora kompanije priprema sve vrste finansijskih izveštaja i izveštaje o eksploataciji vozila.

Sektor održavanje služi za sitne popravke, nabavke i praćenje i evidenciju isteka registracije, periodičnih i redovnih tehničkih pregleda. Zaposleni nisu u stalnom radnom odnosu iz razloga što kompanija ne poseduje svoje radionice već se vozila održavaju u ovlašćenim servisima.

4. VOZNI PARK PREDUZEĆA

Vozni park predstavlja zbir svih transportnih sredstava autotransportne organizacije.

Posmatrano preduzeće poseduje 19 vozila različite nosivosti, širine, dužine, razmaka točkova, ekonomičnosti pogona, radijusa okretanja (heterogen vozni park) itd.

Nosivosti vozila se kreću od 725-9000 kg dok je prosečna starost vozila zadovoljavajuća i iznosi 8,26 god.

5. PRIMENJENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

Informacione tehnologije su odavno postale neizostavan deo savremenog društva. Poslovni svet ne samo da se oslanja na informacione tehnologije nego, može se reći, u velikoj meri od njih zavisi.

Za poslovne sisteme koji se bave transportom, na tržištu postoji dobra ponuda softvera. U kompaniji „Translog Sekulić“ trenutno se koriste sledeći softveri:

- Timocom
- Cargo agent
- Autotrack
- Transport commander

5.1. Timocom

Timocom softver spaja ponudu i tražnju u jedinstvenu berzu poslova. Kroz ovu platformu zainteresovani korisnici su u mogućnosti da oglase potrebu za transportom određene vrste robe ili da objave raspoloživost određenog tovarnog kapaciteta na određenom mestu i u određeno vreme.

Kompanija naplaćuje članarinu za korišćenje svojim korisnicima, kao i izvestan procenat od dogovaranja poslova.

5.2. Cargo Agent

Platforma koja funkcionira slično kao Timocom ali sa posebnim akcentom na ex-Yu tržište. Nudi mogućnost pretrage po određenim kriterijumima kao i pregled opštih detalja određene ponude. Za pristup kontakt podacima oglašivača, neophodna je registracija u sistem koja se naplaćuje.

5.3. Autotrack

Autotrack je domaći softver namenjen satelitskom praćenju vozila. Softver zahteva da se GPS uređaj ugradi u svako vozilo koje je potrebno pratiti.

Uređaj na svakih 60 sekundi na udaljeni server šalje relevantne podatke koji se obrađuju i prezentuju korisnicima.

Jednom prikupljene podatke je kasnije jednostavno obrađivati i kreirati izveštaje različitih namena.

5.4. Transport Commander

Transport Commander predstavlja informacioni sistem koji pomaže u birokratsko-administrativnim poslovima. Namenjen je preduzećima koja poseduju vozni park ili na bilo koji način učestvuju u organizaciji transporta.

Sistem je razvijen tako da omogućuje lako rešavanje svakodnevnih zahteva transportnih preduzeća, lako upravljanje i praćenje procesa eksploatacije vozila, analizu prihoda i troškova kao i organizaciju transportnog procesa.

Najbitnije funkcije sistema su:

- blagajna (upravljanje finansijama)
- fakture (izdavanje i arhiviranje faktura)
- izveštaji (prihodi i rashodi po vozilima, datumi isticanja dozvola i drugih dokumenata, potrošnja goriva itd.)

6. BILANS PREDENOG PUTA TERETNOG VOZILA U TOKU JEDNOG OBRTA

Da bi se došlo do rezultatnih pokazatelja rada voznog parka, analiziran je jedan primer prevoznog puta iz arhive kompanije.

U pitanju je prstenast prevozni put sa dve vožnje sa teretom. Vozilo nosivosti 3.5 t kreće prazno iz autobaze u Sremskoj Mitrovici do Smedereva gde se vrši utovar robe koja se carini u Zrenjaninu i vozi u Pohorelice (Češka republika). Roba se istovara a vozilo prazno vozi na drugi utovar u Wells (Austrija) odakle se roba prevozi do Novog Sada gde se carini i istovara. Vozilo se vraća u autobazu.

Na osnovu podataka iz putnog naloga izračunavaju se rezultatni pokazatelji (puna i radna proizvodnost vozila, troškovi) ,definišu se nedostaci u poslovanju i predlažu mere unapređenja rada poslovanja kompanije „Translog Sekulić“ DOO Srem. Mitrovica.

Najveći izdaci na posmatranom obrtu su naravno troškovi goriva i dnevne plate vozača kao i naknada za dane vikenda. Carinski terminal se plaćao dva puta kao i usluge špedicije. Dva prevoza su uspešno naplaćena.

U tabeli 1. su date vrednosti rezultatnih pokazatelja za posmatrani slučaj.

W _u (tkm/h)	26.7
W _Q (t/h)	0.04
W' _u (tkm/h)	99.87
W' _Q (t/h)	0.14
troškovi (EUR)	782
zarada (EUR)	718

Tabela 1. rezultatni pokazatelji

7. PREDLOZI MERA ZA UNAPREĐENJE POSLOVANJA ATP „TRANSLOG SEKULIĆ“

7.1. Uvođenje jedinstvenog informacionog sistema u kompaniju

JIS bi omogućio objedinjenje transportnih i finansijskih modula preduzeća sa ciljem jednostavnijeg i efikasnijeg korišćenja resursa preduzeća.

Trenutno se jedan predmet otvara u sektoru transport od strane disponenta, priprema za fakturisanje sa svim potrebnim podacima, zatim se isti podaci ubacuju u drugi sistem, obrađuju i konačno fakturišu. Uvođenjem programa koji bi mogao jednom otvoren predmet ,nakon unošenja svih neophodnih parametara, jednim klikom da fakturiše i proknjiži, smanjio bi korišćenje ljudskih resursa.

Na tržištu postoji rešenje u vidu Transport Manager softvera koji bi koristio i unapredio informacione sisteme kompanije. On ima dvojaku svrhu: operativcima da olakša svakodnevni posao a menadžmentu da omogućuje izveštavanje i kontrolu čitavog niza izveštaja koji prate potrošnju goriva.

7.2. Upotreba naprednijeg softvera za satelitsko praćenje vozila

Smartivo je ozbiljno i sveobuhvatno rešenje za sve firme koje poseduju flotu vozila. Ovaj softver funkcionira kao web aplikacija, tj ne zahteva ništa više od web browsera i internet konekcije.

Nudi praćenje vozila u realnom vremenu, izveštaje o istoriji kretanja, informacije o potrošnji goriva, podatke o vožnji (pređeni put, radni sati, ...).

Osnovne prednosti ovog softvera u odnosu na druge je pre svega mogućnost integracije sa drugim informacionim sistemima, lakoća korišćenja, korišćenje Gmaps platforme (osnovni nedostatak Auto Track softvera), mogućnost obeležavanja geozona, automatsko očitavanje podataka sa digitalnih tahografa i dr.

7.3. Ugradnja digitalnih tahografa

Digitalni tahograf je kontrolni uređaj koji omogućuje upis maksimalnog dnevnog vremena vožnje, maksimalno vreme vožnje, minimalno dnevno i nedeljno raspoloživo vreme (vreme odmora), maksimalno nedeljno vreme vožnje, brzine kretanja vozila i pređene udaljenosti vozila. Ranije je vozač morao sam da vodi evidenciju o vremenu vožnje, velikim i malim pauzama, vikend pauzama itd. Digitalni tahograf unapred obaveštava vozača o svemu

tako da je vozač u mogućnosti da se potpuno posveti svojim primarnim obavezama.

Najnovije generacije digitalnih tahografa isključuju mogućnost zloupotrebe tahografa nedozvoljenim korišćenjem magnetna.

7.4. Unapređenje radnog kolektiva

Maksimizacija profita se ostvaruje u najvećoj meri smanjivanjem troškova. U ovom trenutku, u kompaniji „Translog Sekulić“ je potreban dodatni radnik u administraciji koji bi pratio i analizirao parametre koji mogu bitno uticati na smanjenje troškova.

Trenutno se vrši samo evidencija sl. parametara:

- kilometraža po vozilu
- kilometraža po vozaču
- potrošnja po vozilu
- potrošnja po vozaču
- kretanje vozila po zadatoj ruti
- zarada po vozilu

Prati se i analizira samo neophodno da bi vozila neometano izvršavala ture (registracije, tehnički pregledi i lekarski pregledi).

Zapošljavanjem radnika koji bi vršio konstantno analiziranje i praćenje svih parametara omogućilo bi rukovodećem kadru ažurne izveštaje i kvalitativne pokazatelje neophodne za donošenje ispravnih odluka.

Ovo bi dovelo do unapređenja i konačno do osnovnog cilja preduzeća a to je povećanje profita uz isti broj pređenih kilometara za isti vremenski period.

8. BILANS PREDENOG PUTA TERETNOG VOZILA NAKON REORGANIZACIJE TURE

Primenom mera unapređenja i boljim praćenjem ponude na tržištu, moguće je smanjiti broj nultih ili praznih kilometara a samim tim i povećati produktivnost voznog parka preduzeća.

W _u (tkm/h)	26.7	27.4	0,7 ↗
W _Q (t/h)	0.04	0.05	0,01 ↗
W' _u (tkm/h)	99.87	102.42	2,55 ↗
W' _Q (t/h)	0.14	0.19	0,05 ↗
troškovi (EUR)	782	799	17 ↗
zarada (EUR)	718	801	83 ↗

Tabela 2. Upoređenje rezultativnih pokazatelja

U ovom slučaju su smanjeni nulti kilometri, povećana količina prevezenog tereta, povećan broj produktivnih kilometara kao i broj voznj sa teretom.

Vozilo nije napustilo autobazu prazno kao u prethodnom slučaju nego je prevezlo određenu količinu tereta na relaciji Sremska Mitrovica- Smederevo. U Smederevu je roba istovarena i dalje je tok obrta isti kao i u prethodnom primeru.

Upoređivanjem rezultativnih pokazatelja za ova dva slučaja transportnog obrta, primećuje se tendencija porasta svih pokazatelja (tabela 2.).

Troškovi su neznatno povećani ali je uspešno naplaćena još jedna voznja sa teretom i samim tim obrt postao isplativiji.

9. ZAKLJUČAK

Tema ovog diplomskog rada je analiza i unapređenje organizacije i upravljanja autotransportne delatnosti preduzeća „Translog Sekulić“ DOO SM. Da bi se poboljšali uslovi rada preduzeća i povećao profit za istu količinu pređenih kilometara, analizira se postojeće stanje organizacione, kvalifikacione strukture, strukture voznog parka kao i analiza jednog primera transportnog obrta koje donekle pokazuje manje probleme u načinu poslovanja preduzeća.

Na osnovu dobijenih rezultata i uočenih nedostataka, dat je predlog mera unapređenja poslovanja koje se ogledaju u :

- uvođenju JIS
- upotrebi naprednijeg softvera za satelitsko praćenje vozila
- ugradnji digitalnih tahografa
- povećanjem broja zaposlenih u administraciji

Trenutno je najpotrebnije zaposliti radnika u administraciji koji bi vršio konstantno analiziranje i praćenje svih parametara i omogućio rukovodećem kadru ažurne izveštaje neophodne za donošenje ispravnih odluka.

Zaključak je da preduzeće posluje dobro i da navedene mere unapređenja nisu neophodne ali su svakako poželjne ako ne žele da izgube korak sa konkurentskim kompanijama.

10. LITERATURA

- [1] Dr Pavle Gladović „Tehnologija drumskog saobraćaja“ Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih nauka, 2007. godina,
- [2] Dr Vladeta Gajić, „Logistika preduzeća“, skripta sa predavanja,
- [3] Dr Pavle Gladović, „Organizacija drumskog saobraćaja“, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2008. godina,
- [4] Dr Vladeta Gajić „Špedicija“ skripta sa predavanja,
- [5] M. Inić, Bezbednost drumskog saobraćaja, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2004 godina,
- [6] Republički zavod za statistiku,
- [7] Dokumentacija autotransportnog preduzeća „Translog Sekulić“ iz Sremske Mitrovice,
- [8] Diplomski radovi:
Miroslav Jovanović – diplomski rad - predmet: „Mere za poboljšanje rada i poslovanja preduzeća „Big bull“ Bačinci
- [9] Internet sajtovi:
 - www.timocom.rs
 - www.smartivo.com
 - www.pumedtrans.com

Kratka biografija:



Saša Kurajić rođen je u Sremskoj Mitrovici 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Tehnologije transportno–logističkih sistema odbranio je 2016.god.

Profesor dr Pavle Gladović je rođen u Beogradu 1951. godine. Doktorirao je na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1994.godine. Dobitnik je Oktobarske nagrade Privredne komore Beograda za najbolju magistarsku tezu u školskoj 1985/86. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka-Saobraćajni departman od 2000.godine u zvanju redovnog profesora.

MAKROLOGISTIČKA INFRASTRUKTURA U REPUBLICI SRBIJI MACRO LOGISTICS INFRASTRUCTURE IN REPUBLIC OF SERBIA

Jovana Trebovac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je prikazano stanje makrologističke infrastrukture u Republici Srbiji. Shodno raspoloživim podacima, analizirane su karakteristike makrologističke infrastrukture u Republici Srbiji i izvršeno je poređenje sa karakteristikama logističke infrastrukture u Austriji.

Abstract – The paper presents the state of macro logistics infrastructure in the Republic of Serbia. Subject to available data, the characteristics of macro logistics infrastructure in the Republic of Serbia were analyzed and compared with the characteristics of logistics infrastructure in Austria.

Ključne reči: Makrologistička infrastruktura, logistički pokazatelji, drumski, vodni, željeznički transport

1. UVOD.

Cilj ovog rada jeste prikupljanje, sistematizacija i analiza kvantitativnih i kvalitativnih podataka o makrologističkoj infrastrukturi u Republici Srbiji kako bi se u ovom segmentu ocjenilo nivo razvoja u državi i identifikovali osnovni problemi. Shodno tome, izvršena je analiza i opisane su karakteristike saobraćajne infrastrukture drumskog, vodnog i željezničkog transporta i karakteristike postojećih luka kao logističkih čvorišta. Takođe je izvršena komparativna analiza osnovnih pokazatelja makrologističke infrastrukture u Srbiji i Austriji sa ciljem utvrđivanja koraka ka poboljšanju infrastrukture u Srbiji.

2. LOGISTIKA I MAKROLOGISTIKA

Logistika predstavlja sistem međusobno povezanih, složenih, stohastičnih i dinamičnih elemenata i pod sistema. Funkcionisanje logističkog sistema, koje rezultuje prenosom materijalnih dobara, ostvaruje se uz pomoć: tehničkog sistema (transportna, pretovarna, skladišna sredstva i oprema); logističkog informacionog sistema (za prikupljanje, čuvanje, prenos, obradu i distribuciju podataka i informacija) i administrativno-komercijalnog sistema (omogućava planiranje i praćenje poslovnih procesa [1]. Naravno, realizacija logističkih procesa podrazumijeva odgovarajuću transportnu i komunikacionu infrastrukturu sa svim pripadajućim objektima. S obzirom da je za razvoj privrede svake zemlje veoma važna njena logistička infrastruktura, u nastavku su analizirane karakteristike i problemi logističke infrastrukture u Republici Srbiji, prvenstveno transportne infrastrukture.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Svetlana Nikoličić, docent.

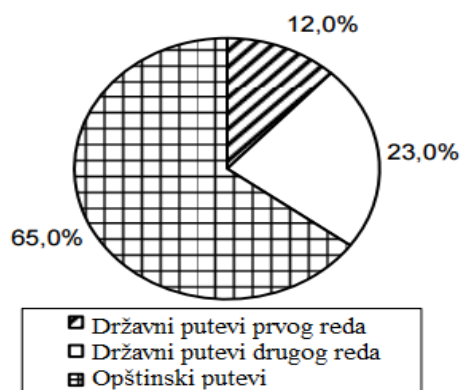
Osim toga u analizu su uključene i karakteristike postojećih luka.

3. SAOBRAĆAJNA INFRASTRUKTURA DRUMSKOG TRANSPORTA

Između stepena razvoja saobraćaja i infrastrukture u jednoj zemlji i razvoja privrede postoji čvrsta uzajamna zavisnost. Saobraćaj je rezultat određenog nivoa razvoja privrede s jedne strane, a s druge strane on sam vrši uticaj na privredni razvoj svake zemlje.

Za realizaciju logističkih procesa u drumskom transportu koristi se skup stabilnih objekata i uređaja koji služe za organizovanje i obavljanje transportne djelatnosti, nezavisnih od funkcionisanja transporta. Infrastrukturu u prevoznom smislu čine svi putevi, u javnoj upotrebi, sa svim pripadajućim objektima.

Vlada Republike Srbije je 2012. godine donijela Uredbu o kategorizaciji državnih puteva. Prema ovoj Uredbi, magistralni putevi su preimenovani u državne puteve I reda koji se opet kategorizuju kao državni putevi IA i državni putevi IB reda. Regionalni putevi su takođe preimenovani u državne puteve II reda koji se kategorizuju kao državni putevi IIA i državni putevi IIB reda. Na slici 1 prikazano učešće različitih kategorija puteva u ukupnoj putnoj mreži.



Slika 1 : Učešće različitih kategorija puteva u putnoj mreži [4]

Prema vrsti saobraćaja putevi su namjenjeni isključivo za motorni saobraćaj i za mješoviti saobraćaj. Od ukupne dužine putne mreže u 2014. godini 65,8% odnosi se na savremeni kolovoz. Dužina auto-puteva sa dvije kolovozne trake iznosi 607 km. Za izgradnju puteva, najviše korišćena kolovozna podloga je asfalt (65,5%), pri čemu državni putevi I i II reda imaju uglavnom samo ovu vrstu podloge što je i prikazano u tabeli 1.

Tabela 1: Učešće kolovoznih podloga u putnoj mreži Srbije [4]

Ukupno (km)	Savremeni kolovoz			
	Svega (km)	Od toga autoputevi (km)	Asfalt (km)	Beton i kocka (km)
45 013	29 603 (66%)	607 (2%)	29 466 (65.5%)	135(0.4%)

Saobraćajna infrastruktura ima uticaj i na robnu razmjenu na međunarodnom nivou. Od kvaliteta infrastrukture zavisi koliki će biti uvozi izvoz robe.

U tabeli 2 je prikazan obim nacionalnog i međunarodnog transport robe za 2014. godinu.

Tabela 2: Prevoz robe u drumskom transportu za 2014. godinu[4]

Ukupno, t	Nacionalni. transp (t)	Međunarodni transport			
		Svega (t)	Izvoz (t)	Uvoz (t)	Tranzit (t)
6844	4065 (60%)	2779 (41%)	1257 (18.4%)	1305 (19.1%)	76 (1.12%)

Strategija razvoja drumskog transporta u Republici Srbiji uzima u obzir društveni razvoj, opredjeljenje Republike Srbije ka članstvu u Evropskoj Uniji, održivi razvoj transportnog sistema i stabilne institucije.

Kvalitetnija transportna infrastruktura u Republici Srbiji bi doprinela kvalitetnijoj relizaciji postojećih transportnih tokova i privlačenju novih.

4. VODNI TRANSPORT

Republika Srbija ima povoljne ekonomske i geografske karakteristike za teretni, putnički i turistički unutrašnji vodni transport. Potencijal unutrašnjih plovnih puteva (rijeke i kanali) je značajan, ali stanje infrastrukture nije zadovoljavajuće.

Osnovni elementi sistema unutrašnjeg vodnog transporta (u daljem tekstu UVT) na teritoriji Republike Srbije su rijeke Dunav, Sava i Tisa (ukupno oko 963 km), kao i mreža plovnih kanala u okviru Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav (HS DTD - 600 km).

Ukupna dužina na unutrašnjih plovnih puteva (u daljem tekstu UPP) u Republici Srbiji pri srednjem nivou vode je oko 1 680 km [3].

Tabela 3: Dužina plovnih puteva u Republici Srbiji

Plovni put	Dužina plovnih puteva u Republici Srbiji (km)		
	150 t-200 t	400 t-500 t	650 t-1000 t
Dunav	588	588	588
Sava	211	211	211
Tisa	164	164	164
HS DTD	600	558	345
Ukupno	1563	1521	1308

Infrastrukturu vodnog transporta čine plovni putevi i luke, tj. robno-transportni centri koji služe za prihvati i rukovanje teretom i kontejnerima, pružanje usluga održavanja plovnih sredstava, usluge carinjenja i čuvanja robe. Dunav, kao Panevropski Koridor VII, zajedno sa svojim najvećim lukama je veliki potencijal Srbije za razvoj transporta, trgovine, turizma i pratećih usluga (tabela4).

Tabela 4: Raspored luka prema rijekama na kojima leže

Luka	Novi Sad	Beograd	Senta	Prahovo
Rijeka	Dunav	Dunav	Tisa (DTD)	Dunav

Od njegove ukupne plovne dužine (2.580 km) 22,8 % je na teritoriji Srbije. Podaci o prevozu robe odnose se na rad i na sredstva poslovnih subjekata saobraćaja unutrašnjim plovnim putevima koja su tokom 2014. godine obavljala prevoz (tabela 5).

Tabela 5: Obim prometa na unutrašnjim plovnim putevima [2]

	Ukupno (t)	Nacionalni transport (t)	Međunarodni transport		
			Izvoz (t)	Uvoz (t)	Tranzit (t)
Srbija	2010	1303 (65%)	282 (14.7%)	413 (20.6%)	12 (0.6%)

Flota brodova na UPP u Republici Srbiji ima oko 450 plovnih objekata, uglavnom zastarelih, sa raspoloživim kapacitetom transporta od oko 435.000 t i ukupnom snagom od 68.000 kW. Preko 77% čine plovila za prevoz suvog tereta, a ostalo su plovila za prevoz tečnog tereta. Stanje riječne flote je loše zbog nepovoljne starosne strukture i tehnološke zastarjelosti. Od 1995. godine nije izgrađeno ni jedno plovilo. U posljednjih 20 godina izgrađeno je samo 7,1%, potisnica i 5,7% tegljača. Kod samohodnih brodova ovaj odnos iznosi 1,4% [2].

Rehabilitacija UPP sa obezbeđenjem čišćenja, produblivanja, signalizacije i komunikacija, kao i njihovo redovno održavanje, predstavljaju prioritete aktivnosti u skladu sa međunarodnim sporazumima i obavezama Republike Srbije po preporukama Dunavske komisije. Uslovi plovidbe na Dunavu, Savi, Tisi i kanalima DTD moraju se poboljšati u skladu sa evropskim planovima razvoja vodnog transporta. Sistem luka se mora multimodalno orjentisati, u smislu infrastrukture, kapaciteta, opreme i dobrih veza sa mrežama puteva i pruga i sa industrijskim i teretnim područjima distribucije i prikupljanja, prije svega kad je u pitanju roba, ali takođe i u domenu prevoza putnika.

5. ŽELJEZNIČKI TRANSPORT

Uprkos modernizacije željeznica gubi na značenju, prvenstveno usled snažnijeg razvoja drumskog i avionskog transporta. Posljednjih 30-ak godina željeznički saobraćaj u Srbiji beleži pad u prevozu putnika i roba. 1970. godine željeznicom je prevezeno 21% tereta i 10,2% putnika, a 2000. godine taj udeo iznosi je svega 8,1% tereta i 6,3% putnika. Glavni razlog pada prometa je nekonkurentnost željeznice u odnosu na drumski saobraćaj. Željeznički saobraćaj ne omogućava transport robe od vrata do vrata, česta su kašnjenja usled korišćenja zajedničkih saobraćajnih pravaca za putnički i teretni

saobraćaj, duže trajanje prevoza zbog zadržavanja na granicama.

Željeznička infrastruktura obuhvata donji i gornji stroj pruge, tunele, mostove i ostale objekte na pruži, stanične koloseke, telekomunikaciona, signalno-sigurnosna, elektrovoćna, elektroenergetska i ostala postrojenja i uređaje na pruži, opremu pruge, zgrade željezničkih službenih mesta i ostale objekte u pružnom pojasu koji su u funkciji regulisanja željezničkog saobraćaja i održavanja željezničke infrastrukture, terminale, pružni pojas i vazdušni prostor iznad pruge u visini od 12 m. U tabeli 6 dati su podaci o dužinama pruga na teritoriji Republike Srbije.

Tabela 6: Dužina pruga u Srbiji [5]

Stvarna eksploataciona dužina a pruga (km)					
Ukupno	Jednokolosečne	Dvokolosečne	Od toga elektrificirano		
			Ukupno	Jednokolosečne	Dvokolosečne
3809	3536 (92.8%)	283 (7.4%)	1275 (33.5%)	998 (78.3%)	277 (21.7%)

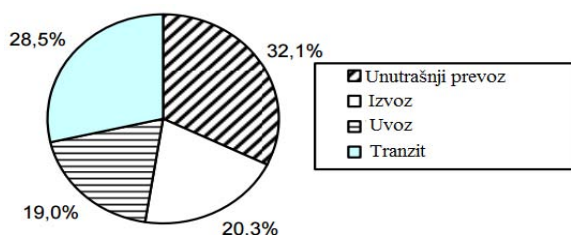
Željeznički saobraćaj danas zauzima drugo mesto po obimu prevoza tereta (poslije morskog) i putnika (posle automobilskog). Po ukupnoj dužini mreže puteva on zaostaje iza automobilskog i vazdušnog transporta. Glavna funkcija željezničkog saobraćaja je prevoz masovnih industrijskih i poljoprivrednih tereta (ugalj, čelik, žito i dr.) na velikim rastojanjima. Karakteristična osobina željezničkog saobraćaja je masovnost prevoza, veća sigurnost, regularnost kretanja i manja zavisnost od prirodnih uslova, vremena i godišnjeg doba, nego drugih vrsta saobraćaja [7].

Na željeznicama Srbije vrše se unutrašnji prevoz robe, uvoz, izvoz kao i tranzit robe i tereta. U tabeli 7 su dati podaci o količini prevezene robe kao i o količinama roba koje su učestvovala u unutrašnjem prevozu, uvozu, izvozu i tranzitu

Tabela 7: Količina prevezene robe u željezničkom transportu za 2015. i 2016. godinu [4]

	I-VI 2015	I-VI 2016
Ukupno, t	11843	12862
željeznički transport, t	5783 (48.9%)	5563 (43.3%)

Na slici 2 je grafički prikazano učešće različitih vrsta prevoza željeznicom, pri čemu se misli na unutrašnji transport, uvoz, izvoz i tranzit, učestvuju u ukupnom prevozu koji se obavi željezničkim transportom.



Slika 2: Učešće različitih kategorija prevoza u željezničkom saobraćaju [6]

Postojeće stanje željezničke infrastrukture karakteriše potreba da se u projektovano stanje vrati i modernizuje

još oko 1.000 km magistralnih pruga, tj. oko 57% glavne mreže pruga, odnosno 26% kompletne željezničke mreže. Za rehabilitaciju i održavanje željezničke mreže u narednih deset godina prema procjenama biće potrebno oko 3,9 milijardi evra. Upravljanje javnom željezničkom infrastrukturom, javni prevoz putnika i robe i održavanje željezničkih vozničkih sredstava su pretežne djelatnosti JP "Željeznice Srbije". JP "Željeznice Srbije" suočene su sa lošim stanjem željezničke infrastrukture i nedostatkom savremenog voznog parka. Rehabilitacija i poboljšanje potrebni su na cijeloj dužini Koridora X, koji je okosnica sistema (25% mreže i preko 50% transportnih aktivnosti) [3].

6. LOGISTIČKA INFRASTRUKTURA AUSTRIJE

Austrija spada među najnaprednije i najinovativnije zemlje Evropske unije, i efikasnije se izborila sa ekonomski turbulentnim periodom nego većina drugih evropskih zemalja. Njena lokacija ima visoke ocjene koje stiče zahvaljujući svojoj modernoj infrastrukturi, vrhunskim tehnologijama, dobro obrazovanom i visoko motivisanom kadru, a takođe nudi visoku pouzdanost snabdjevanja energijom, pored političke, socijalne i ekonomske stabilnosti. Štaviše, Austrija je idealna baza za obezbjeđivanje pristupa dinamičnom tržištu Jugoistočne i Istočne Evrope.

Infrastruktura visokog kvaliteta čini srž njenog ekonomskog sistema. Austrija se izdvaja zbog svoje istorijske uloge mosta koji povezuje Jugoistočnu i Istočnu Evropu i zbog njene logističke infrastrukture visokog kvaliteta. Logistika i infrastruktura su odlučujući faktori u izboru poslovne lokacije. Austrija nudi idealne uslove za globalno poslovanje preduzeća.

Austrija ima odličnu mrežu transportnog sistema kao i transportne terminale. Luke na Dunavu koje pružaju vezu sa Severnim i Crnim morem, željezničke veze sa velikim jadranskim lukama, Beč koji pruža pristup vazdušnom transportu, posebno za Južnu i Istočnu Evropu, i odlična interakcija svih ovih vidova transporta pružaju idealne preduslove za savremeno poslovanje.

7. KOMPARATIVNA ANALIZA MAKROLOGISTIČKE INFRASTRUKTURE REPUBLIKE SRBIJE I AUSTRIJE

Austrija, kao i Srbija, ima veoma dobar strateški položaj kada je riječ o transportu i logistici, ali je stanje logističke infrastrukture Austrije na mnogo višem nivou. To se prvenstveno može pripisati velikom broju investicija koje Austrija ulaže u infrastrukturu i činjenici da je članica Evropske unije. Austrija izdvaja velike količine novca za unapređenje stanja željeznica i to 258 evra po stanovniku. Dok se količine robe prevezene željezničkim transportom u Srbiji izražavaju u hiljadama tona, u Austriji se radi o milionima.

Najbolji pokazatelji stepena logističkog razvoja neke zemlje jeste indeks logističkih performansi (LPI). LPI je globalni indikator, koji omogućava poređenje nivoa razvijenosti logistike u različitim regionima. U tabeli 8, prikazane su LPI vrednosti za Republiku Srbiju i Austriju u 2016. godini.

Tabela 8: Ocjena LPI indikatora u 2016. godini za Austriju i Srbiju [8]

	LPI		Carina		Infrastruktura		Međunarodne isporuke		Logistička kompetentnost		Prećenje	
	ocjena	pozicija	ocjena	pozicija	ocjena	pozicija	ocjena	pozicija	ocjena	pozicija	ocjena	pozicija
Austrija	4,10	7	3,79	15	4,08	12	3,85	9	4,18	4	4,36	2
Srbija	2,76	76	2,50	87	2,49	85	2,63	90	2,79	69	2,92	66

Prema vrijednosti logističkih performansi u 2016. godini Srbija se nalazi na 76. mjestu dok je Austrija na visokom 7. mjestu.

LPI za Srbiju u 2016. godini ima vrijednost od 2,76. Najbolje ocjenjen faktor odnosio se na praćenje pošiljke i on je iznosio 2,92, potom slijedi ocjena logističke kompetentnosti koja iznosi 2,79, zatim međunarodne isporuke sa ocjenom 2,63, carina sa 2,50 i najlošije ocjenjen faktor – infrastruktura sa ocenom 2,49. Austrija je po rezultatima, u odnosu na Srbiju, na mnogo boljoj poziciji.

LPI za Austriju za 2016. godinu iznosi 4,10. Najbolje ocjenjen faktor je takođe praćenje sa ocjenom 4,36, potom slijedi logistička kompetentnost sa 4,18, dok je na trećem mjestu infrastruktura sa 4,08. Najslabije je ocjenjena carina sa 3,79, dok je odmah iznad nje faktor međunarodnih isporuka sa ocjenom 3,85.

8. ZAKLUČAK

U ovom radu analizirana je makrologistička infrastruktura naše zemlje pri čemu je dat pregled stanje logističke infrastrukture drumskog, vodnog i željezničkog saobraćaja.

Od ukupno 163 države koje su bile obuhvaćene istraživanjem vezanim za logističke performanse koje je sprovedla Svetska banka za 2016. godinu, Srbija se našla na 76. mjestu sa ukupnom ocjenom LPI indikatora 2,76. Najlošije ocjenjen LPI indikator za Srbiju je upravo infrastruktura sa ocjenom 2,49.

Iz godine u godinu količina robe koja se preveze i drumskim i vodnim i željezničkim transportom raste. Po nekim statističkim podacima vidi se da se korisnici logističkih usluga sve češće opredjeljuju za jeftinije vidove transporta, tj. za vodni i željeznički transport.

9. LITERATURA

- [1] Georgijević M. Tehnička logistika. Beograd: Zadužbina Andrejević, 2011.
- [2] Strategija razvoja vodnog saobraćaja Republike Srbije od 2015. do 2025. god. ("Sl. glasnik RS", br. 3/2015);
- [3] Strategija razvoja željezničkog, drumskog, vodnog vazdušnog i intermodalnog transporta u Republici Srbiji od 2008. do 2015. god.,"Sl. glasnik RS", br. 4/2008";
- [4] Republika Srbija, Republički zavod za statistiku, Statistički godišnjak Srbije 2015 god;
- [5] Republika Srbija, Republički zavod za statistiku, mesečni statistički bilten, 6/2016;
- [6] Republika Srbija, Republički zavod za statistiku, Mjesečni statistički bilten, 2014;
- [7] www.lctplus.rs;
- [8] <http://lpi.worldbank.org/international/global/2016>.

Kratka biografija:

Jovana Trebovac rođena je u Prijedoru 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj odbranila je 2016. god.

UPRAVLJANJE PROCESIMA U NOVČANOM POSLOVANJU**PROCESS MANAGEMENT IN MONETARY OPERATIONS**Sofija Uzelac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada opisano je šta je platni promet, koje vrste platnog prometa postoje kao i instrumenti platnog prometa. Takođe, objašnjeno je koja je uloga pošte u upravljanju procesima u novčanom poslovanju. Shodno tome, napravljena je paralelna analiza sadašnjeg stanja upravljanja procesima u prijemu poslovanja i nakon reinžinjerina tog istog procesa

Abstract – Within this paper it is described what the payment, what types of payment transactions exist, payment instruments. Also discussed is the role of mail in the management of business processes in the cash. Consequently, are formed parallel analysis of the current state of process management in business after the receipt of the same process reengineering

Ključne reči: platni promet, upravljanje procesima, instrumenti platnog prometa, pošta.

1. UVOD

Pošta mnogih razvijenih zemalja imaju dugu tradiciju u pružanju usluga platnog prometa. Tokom svih tih godina usluga platnog prometa, pošta je opravdala poverenje korisnika i pokazala se kao pouzdan partner.

Pošta Srbije korisnicima pruža usluge platnog prometa na teritoriji cele zemlje u 1.481 organizacionoj jedinici. Odgovarajućim instrumentom fizičko ili pravno lice može na šalteru u pošti da obavi usluge platnog prometa.

Potrebno je probleme iz unutrašnjeg i međunarodnog saobraćaja detaljno analizirati kako bi se uklonili.

Predmet istraživanja je poslovanje platnog prometa u zemlji i inostranstvu. Potrebno je pre svega prikazati kako funkcioniše platni promet u pošti zatim istražiti kako bi se otklonile sve poteškoće koje se javljaju u ovom sistemu. Potrebno je prikazati proces prijema na šalterima platnog prometa od strane poštanskog radnika i prikazati kako se može reorganizovati.

2. PLATNI PROMET**2.1. Razvoj platnog prometa kroz istoriju i uloga poštanske organizacije**

U našoj zemlji, u poslednjih 10 godina, zahvaljujući postojećoj zakonskoj regulativi (Zakonu o platnom prometu) i razvoju Poštanske štedionice učešće finansijskih usluga u pošti kreće se od 30% do 50% od ukupnih usluga poštanskog saobraćaja.

Platni promet je prošao kroz niz etapa u svom razvoju:

- Prva etapa jeste trampa. To je etapa međusobnih plaćanja u prvobitnoj zajednici, kada novac kao javna institucija nije postojao, a plaćanje se vršilo razmenom dobara.
- Druga etapa se zasnivala na robnom novcu (Pušara, 1990).
- U trećoj etapi se plaćanje je vršeno prvo vreme metalom po težini, a kasnije metalnim novcem.
- U četvrtoj etapi se susrećemo sa banknotama ili obaveznicama koje izdaju ovlašćene emisione banke.
- U petoj etapi se upotrebljavaju menice, čekovi, uputnice.
- U šestoj etapi platni promet se obavlja virtumanski, prenosom sa računa na račun u banci.

2.2. UNUTRAŠNJI PLATNI PROMET

Zakonom o platnom prometu bankama je omogućeno da vode račune i za pravna lica čime je znatno proširen spektar aktivnosti banke u poslovima platnog prometa. Unutrašnji platni promet se može posmatrati u širem i uže smislu. Unutrašnji platni promet u širem smislu obuhvata sva plaćanja unutar jedne zemlje bez obzira na to da li se ona obavljavaju posredstvom odgovarajuće institucije ili ne. Unutrašnji platni promet u užem smislu obuhvata samo određeni deo ukupnih plaćanja unutar jedne zemlje, i to onaj u kojem učestvuju pravna lica.

Učesnici u platnom prometu:

- pravna lica,
- radnje bez svojstva pravnog lica koje su dužne da vode poslovne knjige i
- fizička lica koja obavljaju plaćanja preko računa

Učesnici u platnom prometu moraju da se pridržavaju zakonskih propisa koji se odnose na platni promet, pravilnog izbora odluka, načina i instrumenata plaćanja, i sl. Platni promet u Republici Srbiji mogu pružati:

- banka;
- institucija elektronskog novca;
- platna institucija;
- Narodna banka Srbije;
- Uprava za trezor ili drugi organi javne vlasti u Republici Srbiji,
- javni poštanski operator sa sedištem u Republici Srbiji

Poslovi platnog prometa su:

- Otvaranje i vođenje računa kod nosilaca platnog prometa;
- Prenos novčanih sredstava sa jednog na drugi račun;
- Obračun obaveza i potraživanja preko računa;
- Naplata;

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof dr. Dragana Šarac, van.prof.

- Uplata;
- Isplata;
- Praćenje i utvrđivanje likvidnosti učesnika i nosioca platnog prometa;
- Informisanje po osnovu izvršenog platnog prometa;
- Drugi poslovi platnog prometa.

U skladu sa Članom 39. Zakonom o platnom prometu Narodna banka Srbije obavlja sledeće poslove platnog prometa:

- vodi žiro, obračunske i druge račune banaka,
- vrši međubankarski kliring i obračun,
- upravlja tokovima gotovine, obezbeđuje smeštaj, čuvanje i distribuciju gotovog novca, prima uplate, izvršava isplate i obavlja blagajničko – trezorske poslove,
- prati likvidnost banaka,
- vrši međubankarski obračun čekova po tekućim računima građana i obračun platnih kartica,
- uspostavlja, održava i administrira informatičku infrastrukturu za obavljanje platnog prometa Republike Srbije,
- stara se o razvoju i unapređenju platnog prometa,
- unapređuje i organizuje platne kliriške i obračunske sisteme i učestvuje u tim sistemima,
- pruža usluge bankama kod prijema i slanja naloga za plaćanje njihovim klijentima,
- na osnovu podataka iz evidencija o izvršenim plaćanjima koje joj dostavljaju banke i podataka iz evidencija koje ona vodi – objedinjuje podatke o prometu i stanju računa u platnom prometu prema jedinstvenom planu računa, a obrađuje i druge podatke u skladu sa zakonom,
- donosi propise kojima uređuje način obavljanja poslova platnog prometa, uključujući i elektronski način obavljanja tog prometa,
- obavlja poslove kontrole platnog prometa kod banaka na osnovu Zakona o Narodnoj banci Srbije i zakona kojim se uređuje poslovanje banaka,
- obavlja i druge poslove platnog prometa u skladu sa zakonom [2].

Instrumenti platnog prometa su:

- nalog za uplatu i nalog za isplatu (instrumenti gotovinskog platnog prometa),
- nalog za prenos i nalog za naplatu (instrumenti bezgotovinskog platnog prometa) [4].

Nalog za isplatu je gotovinski instrument kojim pravno ili fizičko lice podiže sa svog računa sredstva u gotovom novcu ili kojim na teret svog računa nalaže isplatu u gotovom novcu primaocu koji nema račun kod banke. Nalog za prenos se koristi kada dužnik nalaže banci da na teret njegovog računa prenese sredstva u korist računa poverioca, za prenos sredstava između dva računa istog klijenta. Nalog za naplatu se koristi kada poverilac inicira da se izvrši naplata sa računa dužnika.

2.3. Međunarodni platni promet

Pod međunarodnim platnim prometom ili međunarodnim plaćanjima mogu se najuopštenije podrazumevati plaćanja koja se vrše između privrednih subjekata različitih zemalja, tj. rezidenata različitih pravnih i privrednih

sistema. Plaćanja između subjekata koji učestvuju u MPP vrše se po osnovu plaćanja obaveza u vezi sa:

- prometom proizvoda;
- izvršavanja određenih usluga i radova;
- plaćanja u vezi sa dužničko-poverilačkim odnosima;
- kao i iz obaveza koje proizilaze iz finansijskih odnosa.

Instrumenti međunarodnog platnog prometa su:

- međunarodna bankarska doznaka;
- međunarodni dokumentarni akreditiv;
- međunarodni dokumentarni inkaso,
- međunarodno kreditno pismo,
- kreditne kartice,
- menica
- ček.

Međunarodna bankarska doznaka je pismeni nalog jedne banke drugoj banci za isplatu tačno određenog iznosa, određenom licu tj. korisniku.

Međunarodni dokumentarni akreditiv je ugovor na osnovu koga banka, po nalogu svoga komitenta, preuzima obavezu da će izvršiti plaćanje korisniku određeni iznos i u određenom roku.

Međunarodni dokumentarni inkaso podrazumeva bankarski posao kod koga banka preuzima obavezu da će po nalogu i za račun svog komitenta naplatiti novčano potraživanje koje prodavac ima prema trećem licu uz istovremenu predaju dokumenata

Međunarodno kreditno pismo možemo definisati kao pismeni nalog domaće banke kojim ona ovlašćuje banku kontokorenta u inostranstvu da licu koje je navedeno u pismu isplati određenu sumu novca, odjednom ili delimično u unapred definisanom vremenskom periodu.

Kreditna kartica se koristi kao instrument plaćanja u zemlji i inostranstvu za plaćanje raznih usluga, kupovinu proizvoda i podizanje gotovog novca.

Menica je hartija od vrednosti kojom se njen izdavalac bezuslovno obavezuje da će on sam, ili po njegovom nalogu određeno treće lice, isplatiti u njoj navedenom poverocu ili po njegovoj naredbi iznos novca koji je u menici označen, i to u određeno vreme i na određenom mestu.

Ček u međunarodnom platnom prometu predstavlja hartiju od vrednosti koja se izdaje u zakonskoj formi u kojoj njen izdavalac daje nalog banci da na teret njegovog pokrića kod te banke isplati određeni novca korisniku čeka, samom izdavaocu čeka ili donosiocu.

3. JAVNO PREDUZEĆE POŠTA SRBIJE

Donošenjem novog Zakona o platnom prometu u Srbiji donetog 2015 godine prošireno je poslovanje pošta u platnom prometu. Javni poštanski operator može u svoje ime i za svoj račun pružati sve platne usluge određene ovim Zakonom o platnom prometu. Pored platnih usluga javni poštanski operator može pružati i sledeće usluge:

- isplatu gotovog novca potrošačima na teret računa koji se vode kod banke;
- prijem i naplatu čekova po tekućim računima potrošača.

Javni poštanski operator platne usluge može pružati i u ime i za račun banaka, a može pružati i usluge

posredovanja između banaka i korisnika platnih usluga u vezi s tim platnim uslugama, u skladu s propisima kojima se uređuju banke [1].

U poštama možete izvršiti plaćanje komunalnih usluga, po originalnim računima, čiji su izdavaoci pravna lica.

Za uplate na osnovu originalnih računa, datum uplate u pošti istovremeno je i datum izmirenja obaveze. Na ovaj način se mogu platiti računi Telekomu, Telenora, VIP Mobile, JKP Infostan, EPS Snabdevanje, Pošta NET-a i drugi. Pošta Srbije nudi i pravnim licima kompletan servis naplate računa. Servis obuhvata naplatu i elektronski prenos podataka o naplaćenim računima, za potrebe knjiženja. Usluga se vrši na osnovu Ugovora o poslovnoj saradnji, kojim se detaljnije definišu uslovi i cena usluge sa svakim pravnim licem pojedinačno. Uplatom pazara u poštama obezbeđuje se pouzdan, brz i siguran transfer sredstava na račun. Uplate se mogu izvršiti gotovinom ili čekovima građana. U ovom poglavlju su opisana uputstva koje JPPTT "Srbije" mora da ispunjava pri obavljanju platnog prometa i posebni postupci u platnom prometu [3].

4. BANKE KAO KONKURENCIJA U PLATNOM PROMETU

Razvoj domaćeg privrednog okruženja, najavljene izmene zakonske regulative, prisutna konkurencija, standard stanovništva ključni su faktori uticaja na razvoj finansijskih usluga Pošte Srbije.

Analiziranjem učesnika u pružanju finansijskih usluga na teritoriji Republike Srbije u pogledu rasprostranjenosti poslovne mreže, Pošta Srbije je ispred svoje konkurencije sa 1.481 poštom i uglavnom dužim radnim vremenom, radom vikendom i za vreme praznika, što obezbeđuje visok stepen dostupnosti finansijskih usluga. Očekuje se da će konkurenciju platnom prometu Pošte Srbije pored banaka i Uprave prihoda činiti i drugi privredni subjekti (menjačnice, pumpe, trgovinski lanci, telekomunikacioni operateri, trafike itd) koji će moći da pružaju platne usluge shodno najavljenom novom Zakonu o platnim uslugama. Uvode se drugi savremeniji načini plaćanja osim naloga za uplatu na šalterima [1].

5. REINŽINJERING UPRAVLJANJA PROCESIMA FINANSIJSKIH USLUGA

Podaci ukazuju na to da nekoliko stotina miliona ljudi u svetu, koji ne poseduju račune kod banaka i drugih finansijskih organizacija, koriste Poštu za osnovne usluge, platnog prometa, novčanih transfera, uputnica u domaćem i međunarodnom novčanom prometu.

U trećem poglavlju ovog rada možemo videti da je donet novi Zakon o platnom prometu, a samim tim donete su i nove usluge koje pošta pruža korisnicima. Kako bi uspešno obavljali poslove platnog prometa potrebno je da se uradi reinžinjerig upravljanja procesima, radi toga je sprovedena anketa korisnika i radnika u poštanskoj jedinici 21101 u Novom Sadu.

Pomoću ankete dobijene su nezavisne promenljive na osnovu kojih je kreiran uzorak od 60 korisnika. Nezavisne promenljive su:

- Starosna struktura korisnika,
- Obrazovna struktura korisnika,
- Struktura korisnika prema zanimanju,

Na osnovu nezavisnih promenljiva smo dobili rezultate ankete, odnosno izvedene promenljive:

- Mišljenje korisnika o efikasnosti radnika - utvrđeno je na osnovu skale od 1 do 3,
- Subjektivni osećaj prosečnog vremena čekanja ispitanika – utvrđeno je u minutima.

Na osnovu podataka o osnovnom skupu korisnika poštanskih usluga, kreiran je reprezentativni uzorak korisnika koji se može opisati na sledeći način:

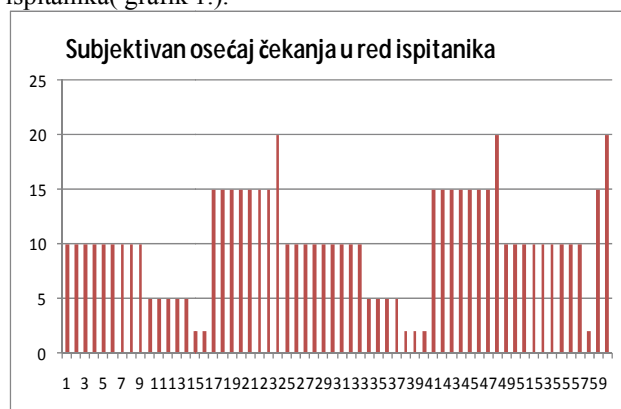
- Po starosnoj dobi:
 - od 25-30 god. i 31-50 god. (ukupno **57,2%**),
 - od 51-70 god. (**19%**),
 - od 21-25 god. (**14,3%**), i
 - od 18-20 god. (**9,5%**).
- Po obrazovanosti:
 - srednja stručna sprema (**57,1%**),
 - viša/ visoka stručna sprema (**28,6%**),
 - osnovna škola (**14,3%**).
- Po zanimaju:
 - zaposleno lice (**37,4%**),
 - penzioner (**31,3%**),
 - nezaposleno lice (**18,8%**) i
 - student (**12,5%**),

Na pitanje "Da li su radnici na platnom prometu efikasni po vašem mišljenju?" Ispitanici (korisnici) su odgovorili sa:

- 3- Efikasni (**36,4%**)
- 1 - Nisu efikasni (**40,9%**),
- 2 - Zavisi od radnika (odnosno od brzine rada samog radnika) **22,7 %**.

Na osnovu podataka o zanimanju i skale od 1-3 dolazi se do podataka da su najviše zadovoljni penzioneri sa srednjom vrednošću od $\bar{x}=2,79$, a najmanje zadovoljni sa efikašnošću student sa srednjom vrednošću od $\bar{x}=1,5$.

Na osnovu podataka možemo izračunati aritmetičku sredinu subjektivnog osećaja čekanja u redu u ovoj anketi. $\bar{X}=10,166$ minuta da je subjektivan osećaj čekanja u redu ispitanika(grafik 1.).



Grafik 1. Subjektivni osećaj čekanja na uslugu

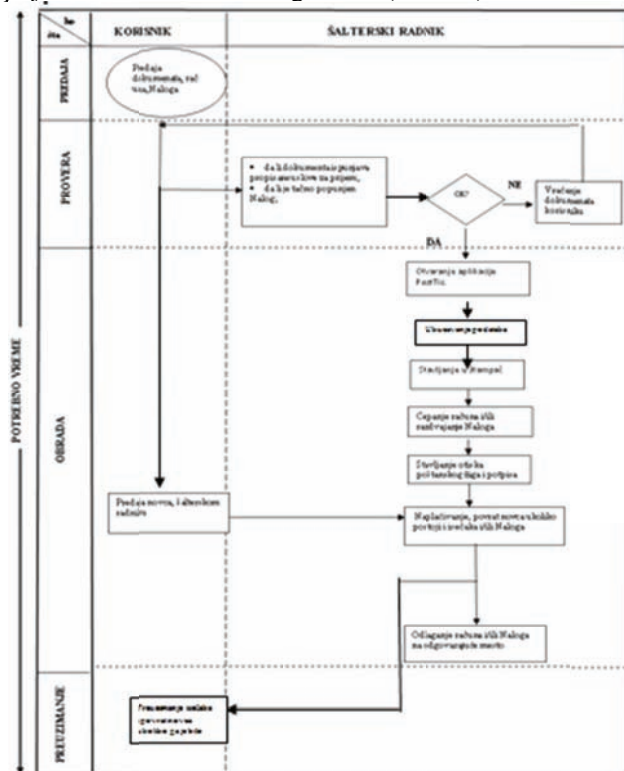
5.1. Proces prijema na šalterima platnog prometa

Na osnovu ankete korisnika, utvrđeno je da je subjektivni osećaj prosečnog vremena opsluživanja: **10,16 minuta**.

Ukoliko se uzme u obzir da je izmereno vreme opsluge, prosečno: 10,16 minuta ovo ukazuje na potrebu da se isto smanji kroz skraćivanje trajanja pojedinačnih operacija u procesu prijema pošiljaka.

Ukupno vreme opsluživanja korisnika počinje kada korisnik uđe u sistem opsluživanja. Ukupno vreme se sastoji od čekanja na uslugu, opsluživanja i izlaska iz sistema opsluživanja. Opsluživanje korisnika počinje predajom dokumenata, računa itd. Prilikom prilaska korisnika na šalter radnik pošte uz PostTis aplikaciju iz aplikativnih delova nalazi odgovarajući PostTis šalter koji treba da otvori kako bi izvršio naplaćivanje odgovarajuće usluge. Radnik pošte preuzima račun ili račune od korisnika, zatim kroz aplikaciju otvara npr. izgled komunalnog računa za Telekom Srbija Otvara se nova maska u koju radnik pošte ukucava odgovarajuće podatke. Kada radnik pošte uvede sve uplate komunalnih računa i Naloga za uplatu u aplikaciju, PostTis aplikacija mu izbacuje iznos sa obračunatim poštarinam koje korisnik mora da plati. Korisnik predaje novac, radnik pošte ukucava iznos koji je dobio od korisnika zatim mu aplikacija izbacuje povrat novca koji mora da vrati korisniku ukoliko ga je bilo. Radnik pošte sve isečke računa i primerke Naloga za uplatu predaje korisniku uz ostatak novca.

Na osnovu ovoga prikaza možemo odrediti tok procesa prijema od strane šalterskog radnik (Slika 1.).



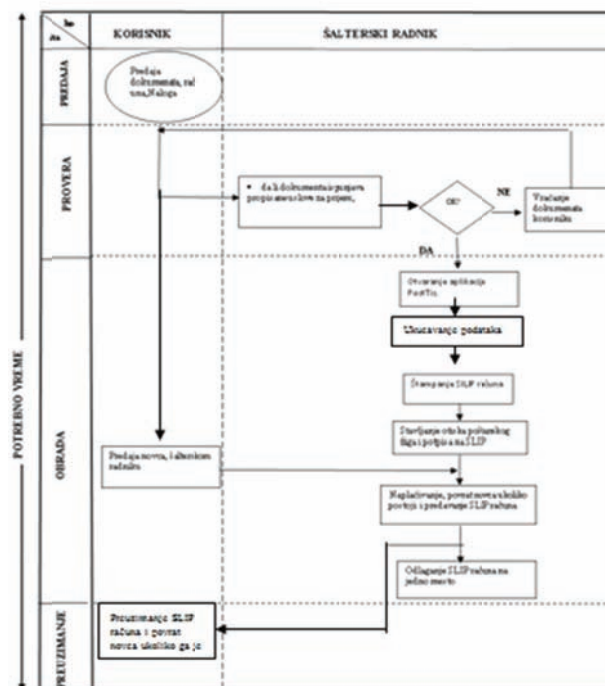
Slika 1. Tok procesa

5.2. Reorganizacija procesa prijema na šalterima platnog prometa

Jedan od načina da se proces reorganizuje jeste da se promeni sam sistem platnog prometa, odnosno da se promeni izgleda računa. Pod promenom računa podrazumevamo da se umesto gore navedenih isečaka koje moraju da čuvaju i korisnici i poštanska jedinica koristi SLIP. Slip dobijemo kao kod raznih velikih marketa kad kupujemo više proizvoda. Ideja je ta da korisnik prilikom predaje računa umesto isečaka dobije nazad SLIP račun sa svim navedenim uplatama. Vreme koje bi se uštedelo bi svakako smanjilo redove čekanja i povratilo zadovoljstvo korisnika. Treba prikazati

novi tok procesa i vreme koje je potrebno da šalterski radnik obavi proces prijem kada bi se primenio ovakav način prijema.

Tok procesa sa primenom Slip računa (Slika 2.).



Slika 2. Tok procesa sa slipom

6. ZAKLJUČAK

Poštanski sektor je već duži period suočen sa konkurencijom privatnih prenosioaca a takođe i sa razvojem modernih sredstava prenosa koji smanjuju potrebe stanovništva za klasičnim poštanskim uslugama. Zato je neophodno da pošta osluškuje korisnike i prilagođava se njihovim potrebama i zahtevima. Korisnici poštanskih usluga sve su zahtevniji jer imaju veću mogućnost izbora povoljnijeg operatera.

Odgovor na ove izazove i alternativa koja pošti osigurava opstanak na tržištu poštanskih usluga i izbori se sa konkurencijom jeste visok nivo kvaliteta pružanja usluga i primena savremenih tehnologija. Kvalitet usluga u ovom slučaju se definiše kroz smanjenje redova čekanja i zadovoljstvo korisnika sa reorganizacijom samog procesa prijema platnog prometa.

Pošta kako bi dobila veću produktivnost i opstala na tržištu mora da se prilagodi potrebama korisnika.

7. LITERATURA

- [1] www.posta.rs
- [2] <http://www.bis.org/cpmi/publ/d79.pdf>
- [3] Dragana Šarac: "Finansijsko poslovanje u poštanskom saobraćaju"
- [4] <http://www.skolaknjigovodstva.com/kurs/wp-content/uploads/2013/09/Platni-promet.pdf>

Kratka biografija:



Sofija Uzelac rođena je u Zrenjaninu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Finansijsko poslovanje u poštanskom saobraćaju odbranila je 2016. god.

SAVREMENI KONCEPT URUČENJA POST EXPRESS POŠILJAKA THE MODERN CONCEPT OF POST EXPRESS DELIVERY SHIPMENT

Ivana Džunja, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu utvrđuje se primena automata za prijem i dostavu pošiljaka u cilju poboljšanja uručenja. Korišćen je gravitacioni model za pronalaženje optimalne lokacije automata na području pošte 21137 Novi Sad. Analiziraju se uštede koje se ostvaruju od primene automata na datom području.

Abstract – The paper establishes the application of electronic parcel lockers for receive and delivery. Gravity model was used to find the optimal location of electronic parcel locker in the area of Postal 21137 Novi Sad. Possible savings have been analyzed through the implementation of electronic parcel lockers.

Ključne reči: automati za prijem i dostavu pošiljaka, e-trgovina, gravitacioni model, lokacijski problem.

1. UVOD

Prijem i uručenje pošiljaka su najskuplje tehnološke faze. Istraživanje pokazuje da e-trgovine značajno utiče na povećanje broja poštanskih pošiljaka. Korisnici zahtevaju siguranu i brzu dostavu. Broj neuspelih dostava stalno raste zbog različitih navika stanovnika. Ljudi rade više i duže, naročito u urbanim sredinama. Veliki broj korisnika nije kod kuće za vreme dostave pa je procenat uspešne prve dostave veoma mali. Nedostatak je i taj što se ne zna tačno vreme dostave pošiljaka. Javlja se nezadovoljstvo kod korisnika zbog velikog broja neuspelih dostava. Poštanski operateri trebaju da iskoriste rast elektronske trgovine. Cilj rada jeste da se prikaže implementacija automata za prijem i dostavu pošiljaka kao jedno od mogućih rešenja za organizovanje boljeg uručenja, da se primeni gravitacioni model za pronalaženje optimalne lokacija za postavljanje automata i da se na osnovu podataka o broju izveštenih pošiljaka izvrši analiza uštede kroz tri scenarija.

2. POŠTA I E-COMMERC KOMPANIJE

Osnovna predstava vrednosti e-commerce servisa je pružiti potrošačima ono što traže, kada i kako traže, po što nižoj ceni. Ipak, najprisutnija, često i najveća slabost e-commerce sistema je neispunjenje potpunih očekivanja potrošača u pogledu vremena isporuke naručenih proizvoda. Brojna su negativna iskustva u proteklih nekoliko godina, koja nisu zaobišla i najveće e-commerce kompanije u svetu. Danas, jedan od osnovnih e-commerce trendova je što brži servis. Delovi lanca snabdevanja u kojima pošta može da bude podrška su oni, između kojih se odvijaju procesi transporta, distribucije robe i u nekim slučajevima skladištenja. Savremeni trendovi u razvoju pošte, koji se ogledaju u komercijalizaciji njenih aktivnosti

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragana Šarac, van.prof.

i obezbeđenju samostalne egzistencije na tržištu, kao jedno od najvažnijih područja za budućnost pošte ističu područje fizičke dostave, tj. čvršće povezivanje poštanskih aktivnosti i kanala za distribuciju robe [4].

3. STRANA ISKUSTVA U PRIMENI AUTOMATA ZA PRIJEM I DOSTAVU POŠILJAKA

KePol automati za prijem i dostavu pošiljaka su modelarni, pogodni za zatvorena i otvorena okruženja, lako prilagodljivi i preseljivi. Hardverski i softverski su prilagođeni svim različitim namenama. Pouzdani su, održivi, fleksibilni i jednostavni za korišćenje.

KePol FS je prilagodljiv za otvoreno okruženje (Slika 1). Automati su otporni na vremenske uslove kao što su grad, sneg, toplote i velike vlažnosti. Veoma su otporni na vandalizam zahvaljujući čvrstoj čeličnoj konstrukciji, imaju i antigrafitni premaz. Imaju visok stepen fleksibilnosti zahvaljujući modularnom dizajnu. KePol LS je prilagođen za unutrašnje okruženje (Slika 2). Idealno je rešenje u samouslužnim zonama kao što su poštanske filijale, poštanske partnerske prodavnice ili tržne centre. [1] KePol automati su implementirani mnoge pošte širom sveta uključujući poštu Nemačke, Danske, Austrije, Australije.



Slika 1. KePol FS – za otvoreno okruženje



Slika 2.. KePol LS za unutrašnje okruženje

Cleveron kompanija u ponudi ima Pack Robot automate (Slika 3). Prednosti implementacije Pack Robot-a je mogućnost korišćenja automata i u zatvorenim i otvorenim prostorijama, postoji interna kontrola klime, poseduje pametan sistem za skladištenje. Maksimalno je iskorišćena površina (do 500 paketa). Operacije se izvode brzo zbog velikih brzina liftova (do 2m/s). Postoji aplikacija za smart telefone. Izvršena je test implementacija u Estoniji koja se pokazala uspešno [5].



Slika 3. Cleveron Pack Robot automat

4. ISTRAŽIVANJE O UPOTREBI INFORMACIONO-KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA

Na osnovu istraživanja Zavoda za statistiku RS [6] o upotrebi informaciono-komunikacionih tehnologija u

domaćinstvima dolazi se do određenih zaključaka koji su ključni za dalju analizu rasta broja poštanskih pošiljaka. Rast broja poštanskih pošiljaka je u vezi sa elektronskom trgovinom.

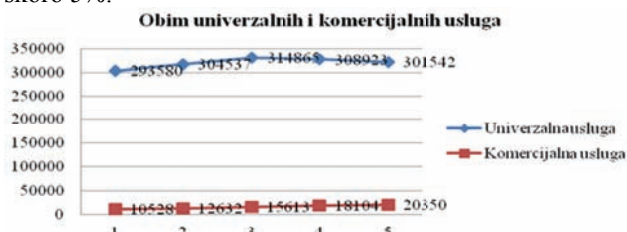
Jedan od bitnijih faktora je broj domaćinstava koji poseduju internet priključak i koji iznosi 63,8%. Razlike se mogu uočiti kada se upoređi zastupljenost računara u urbanom i ruralnom delu Srbije: 70,1% naspram 53,2%. Može se zaključiti da internet više koriste korisnici sa srednjim i visokim obrazovanjem. Kada je reč o vremenskom okviru u kom su korisnici interneta kupovali/poručivali robu ili usluge putem interneta, 22,7% korisnika obavilo je kupovinu/poručivanje u poslednja tri meseca, 10,6% pre više od tri meseca, a 9,0% pre više od godinu dana. 57,7% korisnika nikada nije poručivalo ništa putem interneta ali je više od 60.000 korisnika poručivalo robu/uslugu putem interneta u odnosu na 2014. godinu. Prihod stanovnika takođe treba uzeti u razmatranje jer je činjenica da bogatije stanovništvo više koristi moderna sredstva komunikacije samim tim i prednosti e-trgovine, u skladu sa tim, postoji i veći broj zahteva za uslugama ekspres prenosa.

Ovim istraživanjem može se doći do zaključka da su potencijalni korisnici automata za prijem i dostavu u urbanim sredinama, koji više koriste pogodnosti interneta, više se opredeljuju za elektronsku trgovinu. Struktura stanovništva u urbanim sredinama je većinom srednje i visoko obrazovana.

5. PREGLED TRŽIŠTA POŠTANSKIH USLUGA 2014-2015

Korišćeni su podaci iz pregleda tržišta poštanskih usluga 2014-2015. godine koje je sproveo RATEL –Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge [7]. Na osnovu ovih podataka dobija se pregled rasta poštanskih usluga Pošte Srbije i konkurencije.

Univerzalna poštanska usluga već drugu godinu beleži pad od 2%. Komercijalne usluge i dalje nastavljaju petogodišnji trend rasta, a u 2014. godini u odnosu na prethodnu godinu beleže rast od 12%, što je najniža stopa rasta u analiziranom periodu. Ekspres pošiljke kod Pošte Srbije beleže konstantan rast ali sa tendencijom smanjenja stope rasta (sa 24% na 3,56%) (Grafik 1). Beleži se rast udela komercijalnih usluga, pre svih Post Express za skoro 5%.



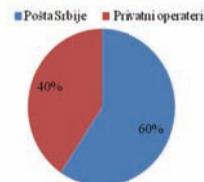
Grafik 1. Obim usluga

Obim komercijalnih usluga je 6% u odnosu na obim univerzalnih usluga ali je prihod od ostvarenih komercijalnih usluga 47%. Ovo nam ukazuje na značaj komercijalnih usluga u poštanskom saobraćaju.

Tržište ekspres usluga podrazumeva i tržište kurirskih službi koje pružaju usluge ekspres prenosa pošiljaka. Ovim istraživanjem možemo uvideti i zastupljenost konkurencije na tržištu. Na grafiku 2 može se videti obim

ekspres usluga kod Pošte Srbije i kod privatnih operatera. Privatni operateri čine 40% od ukupnog tržišta.

Odnos obima ekspres usluga u 2014. godinu kod Pošte Srbije i privatnih operatera

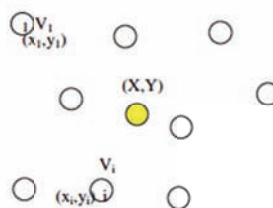


Grafik 2. Udeo u tržištu

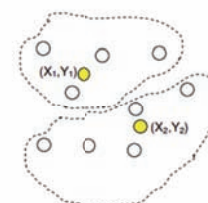
6. PRIMENA GRAVITACIONOG MODELA ZA ODREĐIVANJE OPTIMALNE LOKACIJE AUTOMATA ZA PRIJEM I DOSTAVU POŠILJAKA

Ideja za razvijanje algoritma je u izboru lokacije na bazi nalaženja težišta prostora u kome su smešteni korisnici. Težište se nalazi na bazi minimalnog transportnog rada (proizvod ukupnih zahteva korisnika i rastojanja od njih do tražene lokacije).

Koordinate korisnika su poznate, a koordinate željene lokacije (X,Y) treba naći. Pri tome, izabrana lokacija može biti bilo gde u prostoru na kome se nalaze korisnici. Na Slici 4 lokacije korisnika prikazane su belim kružićima, a izabrana lokacija žutim.



Slika 4. Raspored korisnika i gravitacioni centar mreže



Slika 5. Lokacija dva gravitaciona centra

Primena gravitacionog modela na rešavanje problema izbora više lokacija može se koristiti i za rešavanje problema izbora više lokacija u kontinualnom slučaju. U prvom koraku se primenom neke od tehnika sprovodi grupisanje korisnika (formira se željeni broj klastera) u određeni broj grupa a onda se u okviru svake grupe nalazi težište, tj. željena lokacija.

Za određene lokacije po klasterima vrši se optimalno alociranje korisnika i za tako alocirane korisnike ponovo se utvrđuje težište. Postupak se ponavlja sve dok od svakog gravitacionog centra svi korisnici tog klastera nisu najmanje udaljeni (Slika 5).

Ovaj model može da posluži za određivanje idealne lokacije za postavljanje automata za prijem i dostavu pošiljaka. Kako bi se objasnila primena ovog modela posmatraće se područje pošte 21137 Novi Sad.

Poznati su podaci o broju ukupnih, uručenih i izveštenih Post express pošiljaka za period od 4.1.2016. – 31.8.2016. godine Područje pošte je proizvoljno podeljena na 7 rejlona.

Uz pomoć QGIS programa prikazan je vizuelan prikaz 7 rejlona na osnovu podataka o broju prispelih (Slika 6), uručenih i izveštenih pošiljaka.



Slika 6. Ukupan broj izveštenih pošiljaka na teritoriji pošte 21137 Novi Sad

Za određivanje koordinata buduće lokacije poštanskih automata koristi se sledeća formula:

$$X = \frac{\sum_i^n x_i * w_i}{\sum_i^n w_i}; Y = \frac{\sum_i^n y_i * w_i}{\sum_i^n w_i} \quad (1)$$

x_i - koordinata x za i-ti rejon;

y_i - koordinata y za i-ti rejon;

w_i - težinski faktor za i-ti rejon.

n – broj rejona;

X, Y – dobijene x,y koordinate koje predstavljaju najbolju lokaciju.

Težinski faktor koji će se razmatrati u ovom primeru je broj uručenih pošiljaka U , izveštenih pošiljaka I i ukupan broj pošiljaka K . Uz pomoć QGis programa određene su x_i, y_i koordinate za svaki i-ti rejon koje su prikazane u Tabeli 1

Tabela 1. Koordinate x_i, y_i za svaki rejon

	Uručeno U	Izvešteno I	Ukupno K	x_i	y_i
1	3224	1216	4440	1049	-414
2	1468	506	1974	974	-543
3	4569	1262	5831	839	-549
4	2536	793	3329	684	-586
5	3868	1063	4931	480	-671
6	4311	823	5134	653	-765
7	4139	1270	5409	916	-719
Σ	24115	6933	31048		

Gravitacioni model sa ukupnim brojem pošiljaka U kao težinskim faktorom. Prvi korak je da se x koordinata i-tog rejona pomnoži sa ukupnim brojem pošiljaka K i-tog rejona. Zatim se računa suma $\sum x_i * K_i$. Dobijena suma se deli sa sumom ukupnih broja pošiljaka. Dobijaju se koordinate $X, Y(787, -618)$ koje predstavljaju potencijalnu lokaciju automata kada se za težinski faktor razmatra ukupan broj Post express pošiljaka. Postupak je prikazan u Tabeli 2.

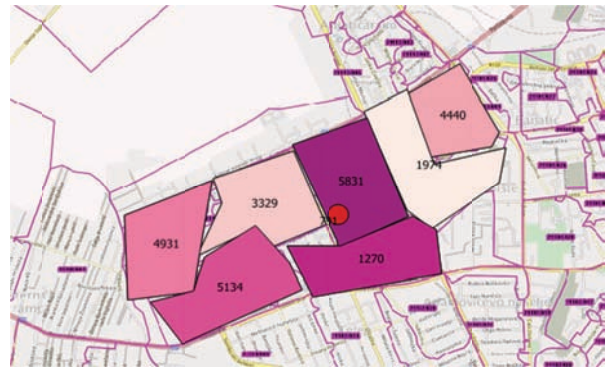
Tabela 2. Izračunavanje x, y koordinate nove lokacije

U odnosu na ukupan broj pošiljaka (K)					
	Ukupno K_i	x_i	y_i	$x_i * K_i$	$y_i * K_i$
1	4440	1049	-414	4657560	-1838160
2	1974	974	-543	1922676	-1071882
3	5831	839	-549	4892209	-3201219
4	3329	684	-586	2277036	-1950794
5	4931	480	-671	2366880	-3308701
6	5134	653	-765	3352502	-3927510
7	5409	916	-719	4954644	-3889071
Σ	K_i 31048			$\sum x * K_i$ 2442357	$\sum y_i * K_i$ -1918737
$X, Y(787, -618)$					

Korišćenjem formule 1, uzimajući za težinske faktore broj izveštenih pošiljaka i broj uručenih pošiljaka, dobijaju se nove X, Y koordinate za potencijalne lokacije automata.

Prosečan broj dobijenih koordinata za uručene, izveštene i ukupne pošiljke je $X, Y(791, -615)$.

$X, Y(791, -615)$ predstavlja idealnu lokaciju za postavljanje automata za prijem i dostavu pošiljaka. koja je prikazana na Slici 7 crvenim kružićem.



Slika 7. Optimalna lokacija postavljanja automata za prijem i dostavu pošiljaka primenom gravitacionog modela

Prednost korišćenja gravitacionog modela je taj što ne treba puno podataka. Važno je da se poznaje težinski faktor koji može biti količina robe ili broj pošiljaka kao što je urađeno u ovom primeru. Lako se mogu skinuti koordinate uz pomoć QGis-a ili Google mape. Nedostatak je što gravitacioni model ne uzima u obzir geografsku strukturu područja na kome se vrši lociranje. Dobar je za mikro lokacije npr. područje grada, gde je homogeno kao što je u ovom primeru.

7. ANALIZA IMPLEMENTACIJE AUTOMATA ZA PRIJEM I DOSTAVU NA PODRUČJU POŠTE 21137 NOVI SAD

Na osnovu izveštenih pošiljaka može se analizirati:

- broj pošiljaka koje bi bile dostavljene putem automata;
- potreban prostor za skladištenje pošiljaka koji se nalaze u pošti na isporuci na kraju radnog dana,
- angažovanje radnika za uručenje pošiljaka.

Na osnovu ove analize mogu se utvrditi uštede u dostavi uvođenjem automata. Analizom trenutnog stanja izveštenih pošiljaka koje su date u Tabeli 3 dolazimo do zaključka da je potrebno veliko skladište za sve izveštene pošiljke.

Tabela 3. Analiza pošiljaka koje su ostale na isporuci na kraju radnog dana

Prosečan broj pošiljaka na isporuci na kraju radnog dana	86
Apsolutna mera disperzije	139
Prosečno odstupanje od prosečnog broja pošiljaka na isporuci u pošti iznosi 139	
Relativna mera disperzije=koeficijent korelacije	
162% Varijabilnost izveštenih pošiljaka na isporuci je velika	
Medijan	75
Polovina uručenih pošiljaka je veća od 75 pošiljaka, a druga polovina je manja od 75	
Mod	83
Najčešći broj pošiljaka za isporuku je 83	

Prosečan broj pošiljaka za koje je potrebno određeno skladište je 86 ali na području Novog Sada je ovaj broj pošiljaka veći. Zbog velikog odstupanja broja izveštenih pošiljaka pošte trebaju da obezbede i adekvatan prostor za skladištenje tih pošiljaka. Obezbeđivanje prostora predstavlja još jedan problem i dodatan trošak.

Za analizu uštede u broju poštanskih radnika posmatraće se sledeća tri scenarija za koje će trebati podaci iz Tabele 4.

Tabela 4. Podaci o norma minutama

Pošiljke	Norma	Norme minute	Dnevno nm/196 dana
Prispelo	0.3	12226.8	62.38
Uručeno	2.8	90610.8	462.30
Izvešteno	2.7	22666.5	115.65
Automat	0.5	4197.5	21.42

I scenario

$$\text{PRISPELO} = \text{URUČENO} + \text{IZVEŠTENO} + \text{IZVEŠTENO}$$

Prispelo = 62,38nm + 462,3nm + 115,65 nm + 115,65 nm
 Ukupan broj norma minuta za I scenario je 756 nm, ako računamo da su sve izveštene pošiljke imale pokušaj druge dostave.

II scenario

$$\text{PRISPELO} = \text{URUČENO} + \text{IZVEŠTENO} + \text{AUTOMATI}$$

Prispelo = 62,38nm + 462,30nm + 115,65nm + 21,42nm.
 Ukupan broj norma minuta za II scenario je 661,75nm. U ovom scenariju ostvaruje se ušteda od 115,65nm zato što ne postoji drugi odlazak na dostavu već se sve izveštene pošiljke uručuju putem automata.
 U prvom scenariju uštedelo bi se 2h dnevno rada radnika odnosno 6,5 dana mesečno. Ukoliko pretpostavimo da je bruto plata radnika 60.000,00 dinara ušteda je 15.000,00 dinara mesečno.

III scenario

$$\text{PRISPEĆE} = \text{URUČENO} + \text{AUTOMAT}$$

Prispeće = 62,38 + 462,3 + 21,42. Ukupan broj norma minuta za scenrio III je 483,72. U ovom scenariju pretpostavlja se da su sve izveštene pošiljke automatski dostavljene na automat.
 Ušteda u III scenariju: 661,75 – 483,75 = 178 nm
 U drugom scenariju ušteda je 3h odnosno 10 dana rada radnika mesečno. U tom slučaju ušteda bi bila 23.000,00 dinara mesečno odnosno 237.000,00 dinara (≈2200,00€) godišnje. Implementacija jednog automata u proseku iznosi 20.000,00€. Investicija bi se isplatila za 10 godina. Analiza je izvršena na osnovu broja izveštenih pošiljaka kao potencijalnih pošiljaka za dostavu putem automata ali treba uzeti u obzir stalan rast i potražnju za ekspres pošiljke.

8. ZAKLJUČAK

U radu je ukazano na povećanje komercijalnih usluga pre svega ekspres usluga (5%) a smanjenje univerzalnih usluga (2%). To znači da će se broj paketa za dostavu na kućnu adresu povećavati. Uručenje pošiljaka kakvo je danas iziskuje velike troškove. Troškovi se sve više i uvećavaju zbog neuspele dostave i pokušaja druge dostave. Korisnici

ne znaju kada će pošiljka biti uručena na kućnu adresu, uglavnom nisu kod kuće kada se odvija dostava. Instaliranje automata može predstavljati kao jedno od mogućih rešenja za organizovanje bolje dostave. U radu su prikazani brojni primeri uspešne implementacije automata u drugim zemljama. Podaci govore da svake godine povećavaju broj kako automata tako i broja pregradaka.

Lokacijski problem je veoma značajan. Odabir pravog mesta je ključno za uspešnost realizovanja projekta. U ovom slučaju automati treba da budu postavljeni na mestima gde cirkuliše veliki broj ljudi i da bude dostupno primaocima. U radu je korišćen gravitacioni model koji je jednostavan. On je pogodan za mikro lokacije npr područje grada gde je homogeno. Prednost gravitacionog modela je taj što ne zahteva puno podataka.

Za datu analizu značajne su izveštene pošiljke jer te pošiljke nisu uručene na kućnu adresu nego se za njih ostavlja izveštaj o prispeću nakon drugog pokušaja uručivanja. Implementacijom automata drugi pokušaj dostave se izbegava jer se pošiljke dostavljaju u automat. Uviđamo da je ušteda rada radnika 10 dana u scenariju III. Ovo nije dovoljno da se za automat zameni rad jednog radnika, ali ovaj radnik može da bude angažovan za obavljanje drugih poslova. Uvođenjem automata ne treba da se obezbedi prostor za skladištenje izveštenih pošiljaka. Trenutni prostor bi mogao da se iznajmljuje i da se na taj način ostvari dodatni prihod.

Uvođenjem automata ostvaruje se fleksibilnost dostave a to je upravo ono što korisnici žele.

9. LITERATURA

- [1] www.keba.com
- [2] Master rad. "Analiza tržišta ekspres usluga u Srbiji" Doc. dr Momčilo Kujačić, Ana Vujović
- [3] Grgurović B., Milutinović Jelena, Štrbac S, "Predlog modela za optimizaciju integrisanog servisa elektronske trgovine i dostave". XXVI Simpoziju o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2013., Beograd
- [4] Vladeta Petrović, Nebojša Denda, „Strategija rasta Pošte Srbije kroz logistički servis” – PosTel 2008., Beograd
- [5] <http://www.cleveron.eu/>
- [6] www.stat.gov.rs, "Upotreba informaciono-komunikacionih tehnologija u Republici Srbiji, 2015." - Beograd
- [7] www.ratel.rs. – Pregled tržišta telekomunikacija i poštanskih usluga u Republici Srbiji u 2014. godini, Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge, 2014.
- [8] Bratislav Blagojević, „Strategija razvoja poštanskog saobraćaja u republici Srbiji“ – PosTel 2013., Beograd

Kratka biografija:



Ivana Džunja rođena je u Vrbasu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Nove tehnologije i usluge u poštanskom saobraćaju, odbranila je 2016. godine.

PRENOS PODATAKA U KABLOVSKIM SISTEMIMA**DATA TRANSMISSION IN CABLE SYSTEMS**Milan Radić, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTOTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Digitalna televizija predstavlja prenos audio/video zapisa i informacija u digitalnom formatu i zamenila je postojeću analognu televiziju. Digitalna televizija ima mnogo bolji kvalitet slike i zvuka od analogne televizije. U radu su detaljno opisani DVB standardi i razlike između njih, kao i servisi i mogućnosti digitalne kablovske televizije i IPTV-a.

Abstract – Digital television is a transmission of audio/video records and informations in digital format and it has replaced existing analog television. Digital television has much better quality of picture and sound than analog television. In thesis DVB standards are minutely described and differences between them, so as services and possibilities of digital cable tv and IPTV.

Cljučne reči: digitalna televizija, kablovska, HFC mreža, digitalizacija, DVB standardi, IPTV.

1. UVOD

Kablovska televizija je, u svetskim razmerama, stara više od 50 godina, ali tada nije imala ni približne mogućnosti kakve ima sada. Čak je i sama namena kablovske mreže, koja se tada pojavila, imala potpuno drugu, mnogo elementarniju namenu. Polovinom prošlog veka korisnici su TV sliku mogli da primaju samo ako su i sami mogli da vide antenu stanice koja je emitovala TV program. Ljudi u udaljenim područjima, posebno u planinskim predelima, bili su uskraćeni za mogućnost gledanja TV programa.

Godina 1976. je bila prelomna za kablovsku televiziju. Uvođenjem potpuno novog medija za prenos signal-optičkog vlakna, došlo je do drastičnog povećanja kvaliteta TV signala distribuiranog putem kablovske mreže.

Kablovski sistemi u svetu počeli su da nude i digitalnu televiziju, tj. DTV ili HDTV sistem. Za praćenje ovakvog programa potrebno je imati odgovarajući TV aparat ili uređaj za konverziju digitalnog u analogni signal na standardnom aparatu.

Razvojem telekomunikacija a posebno tehnika prenosa, došlo je do mogućnosti da se preko standardnih telefonskih struktura prenosi velika količina podataka. Tako je razvijen i ADSL koji je iskorišćen kao IP struktura za prenos IPTV-a. Time je stvorena mogućnost prenosa digitalnog TV signala do velikog broja domaćinstava preko telefonske parice, što ranije nije bilo moguće.

NAPOMENA:

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

2. KABLOVSKI DISTRIBUTIVNI SISTEM (KDS)

Kablovski distributivni sistem je komunikaciona mreža za distribuciju kvalitetnih televizijskih i drugih signala [1]. Ova mreža je do skora bila jednosmerna (samo prenos signala ka pretplatniku), no sledeći najnovije svetske trendove postaje dvosmerna. Na ovaj način mreža postaje internaktivna (prenos signala i od pretplatnika) što omogućava pružanje velikog broja i drugih usluga korisnicima, npr. internet.

Prvi sistemi kablovske televizije razvijeni su kao ispomoć radio-difuznoj televiziji u onim oblastima gde je prijem zemaljskih TV signala bio lošeg kvaliteta (mesta koja su bila u senci predajnika i repetitora) i gde nije bilo ekonomskog interesa da se prave posebni radio sistemi. U velikim gradovima, velika gustina zgrada i pojava višestrukih refleksija takođe su onemogućavale kvalitetan prijem TV signala.

Sredinom 70-tih godina javio se novi impuls u razvoju kablovske televizije. Zbog inicijalno visoke cene prijemnika za satelitske signale ekonomska računica je dovela do povezivanja satelitske i kablovske televizije omogućivši tako primetan razvoj manjih i srednje velikih kablovskih sistema koji su se, kako po veličini tako i po broju kanala sve više povećavali. Kasnije su se počeli pojavljivati i prvi interni TV programi iz lokalnih studija čime je zapravo postavljen temelj, da bi zatim bogata industrija tzv. PayTV programa (programa koji se plaćaju) izrađenih specijalno za zatvorene kablovske sisteme, doprinele velikom komercijalnom uspehu i daljem, naglom razvoju CATV sistema u svetu.

Na taj način se zapravo postepeno prelazilo na sistem za distribuciju većeg broja programa koji se na drugi način nisu mogli dobiti čime se bitno izmenila prvobitna uloga CATV sistema.

Korisnici takve kablovske televizije prema tome mogu primiti izvestan broj programa koji se tretiraju kao osnovni. To su programi koji se mogu direktno primiti zemaljskom TV antenom, zatim programi sa nekih udaljenih zemaljskih TV predajnika, programi iz lokalnih TV studija i izvestan broj satelitskih programa. Postojeći kablovski distributivni sistemi (KDS) koje karakteriše specifična struktura i posebna namena, zasnovani su na potpuno koaksijalnoj arhitekturi i po principu se mogu podeliti na četiri osnovna podsistema:

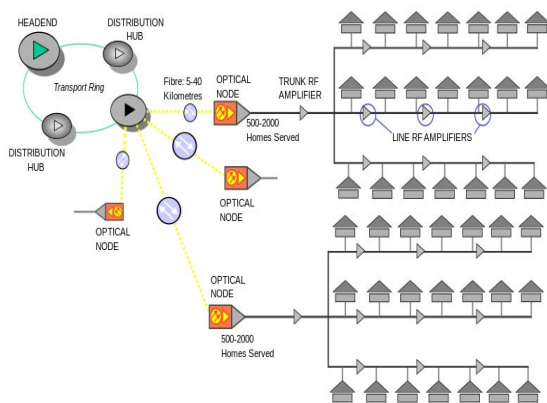
- Prijemni antenski sistem
- Glavna stanica
- Spoljašnji razvod
- Unutrašnji razvod

Osnovni zahtev koji treba zadovoljiti prilikom projektovanja izrade KDS-a jeste povezivanje navedenih segmenata u jednu skladnu celinu sa ciljem da se svim korisnicima podjednako kvalitetno distribuiraju svi potrebni signali.

3. HIBRIDNO OPTIČKO-KOAKSIJALNE MREŽE

HFC (Hibrid Fiber Coax) mreže su početkom 90-ih godina počele da se razvijaju i to samo kao unapređenje koaksijalnih CATV sistema zahvaljujući značajnim prednostima koje imaju optička vlakna u odnosu na koaksijalne kablove i to u pogledu malih dimenzija, imunosti na spoljne smetnje i u poslednje vreme konkurentne cene na tržištu [2]. Izuzetno brz razvoj optike doveo je do toga da propusni opseg današnjih vlakana iznosi nekoliko THz.

Hibridne optičko-koaksijalne (HFC – *Hybrid fibre-coaxial*) mreže izgrađene su od optičkih i od koaksijalnih kablova [2], kao što je to prikazano na slici 1.



Slika 1. Dijagram hibridne optičko-koaksijalne mreže

4. DIGITALIZACIJA

Digitalizacija je proces predstavljanja u formi elektronskog (digitalnog) zapisa – teksta, fotografije, TV slike, zvuka, trodimenzionalnog objekta [3]. To predstavljanje vrši se pomoću digitalnih uređaja: skenera, digitalnog fotoaparata, digitalne video kamere, računara. Digitalni (elektronski) zapis sastoji se od azbuke sa samo dva „slova”- 0 i 1. Tu azbuku nazivamo binarnom, a „reči” koje su sastavljene od kombinacije slova binarne „azbuke”, na primer: 01000001, 01001101 predstavljaju digitalne podatke. Digitalizacija je kapitalan i jedan od najznačajnijih projekata urađen u Srbiji poslednjih decenija koji je doneo višestruke koristi kako državi tako i njenim građanima.

Digitalizacija je jedan od najisplativijih projekata [4, 6]. U digitalizaciju zemaljske televizije investirano je 37,5 miliona evra, a država Srbija je inkasirala 126,5 miliona evra, prodajom oslobođenog spektra (digitalne dividende), i to samo nekoliko meseci nakon zvaničnog završetka digitalizacije.

Zarada je višestruko veća od uloženi sredstava, jer u 37,5 miliona je i 10,5 miliona evra donacija Evropske unije. Svi su imali korist od digitalizacije. Građani koji televiziju gledaju pomoću krovne ili sobne antene dobili

su besprekornu sliku i ton, i zavisno od mesta u kome žive, u proseku, 15 besplatnih programa. TV emiteri, lokalni, regionalni i nacionalni, nisu morali kupovati skupe digitalne uređaje, brinuti o njihovom održavanju kao do sada, ne moraju da plaćaju nadoknadu RATEL-u za korišćenje frekvencija, jer je, u digitalnoj mreži, to isključiva briga i obaveza JP Emisiona tehnika i veze.

Država Srbija je dobila najmoderniju tehnologiju za zemaljsku televiziju s kojom je pretekla većinu država u Evropi, tako da dugo neće morati da ulaže u njenu modernizaciju.

5. STANDARDI ZA TERESTRIJALNI TELEVIZIJSKI PRENOS (DVB-T/DVB-T2)

Prelazak sa analognog na digitalno emitovanje televizijskih signala predstavlja jedan od najsloženijih postupaka u istoriji televizije [2,4]. Najvažniji razlog za to leži u brojnosti opreme na predajničkoj i prijemničkoj strani, kao i u samoj distribucionoj mreži. Najveći deo te opreme treba zameniti ili prilagoditi potrebama digitalnog prenosa.

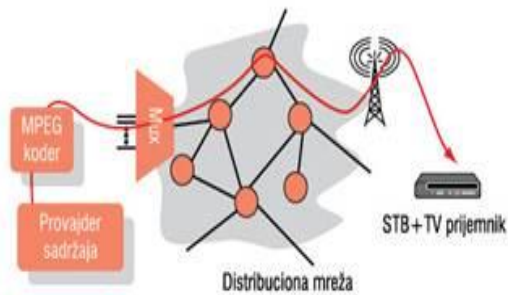
U postupku digitalizacije formira se signal koji zahteva veoma veliki protok, 270 Mb/s u slučaju televizije standardne rezolucije, odnosno 1,5 Gb/s za HDTV (*High Definition TV*). Prenos takvog signala do krajnjeg korisnika zahteva značajnu redukciju neophodnog protoka, pa se mora izvršiti kompresija video i audio signala. Prenos komprimovanog signala vrši se terestrijalnom distribucionom mrežom (koristeći mrežu radio-stanica), satelitskim putem ili kablom.

Razmatrajući tehnike prenosa digitalnog TV signala, kao i uvek u razvoju novih telekomunikacionih tehnologija, pošlo se od principa evolutivnosti. Imajući u vidu stalnu potrebu za spektrom, osnovna ideja je bila da se digitalni signal prenosi unutar postojećeg televizijskog kanala i da se time ne naruši struktura i raspodela kanala unutar VHF i UHF opsega u terestrijalnom prenosu. Stoga je bilo potrebno definisati standard za prenos koji to podržava. Dakle, u digitalnom televizijskom prenosu postoje dva bitna procesa: kompresija i prenos.

Pod imenom DVB sme se naći samo standard koji je ispitan, definisan i usvojen od strane DVB projekta. U postupku usvajanja standarda za digitalno emitovanje, veliki broj zemalja van Evrope takođe je prihvatio DVB. Međutim, SAD, kao jedna od vodećih zemalja u svetu, usvojila je drugi pristup, ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) standard digitalne televizije, oko kojeg se još uvek vode rasprave o tome da li se moglo uraditi bolje, poput DVB projekta.

Razvoj tehnologija, koje čine osnovu uređaja i softverskih rešenja u televizijskom prenosu, i relativno dugo vreme od njihovog formiranja, doveli su do definisanja savremenijih, efikasnijih i, za današnje vreme prikladnijih, rešenja u okviru DVB projekta. Tako je nastala druga generacija DVB.

Prema slici 2, uočava se da u lancu učesnika u digitalnom terestrijalnom emitovanju televizijskog signala treba izdvojiti provajdere sadržaja (koje čine produkciono centri televizijskog-multimedijalnog sadržaja), operatore multipleksa, operatore primarne i sekundarne distribucije (prenos TV signala do krajnjeg korisnika), kao i same krajnje korisnike.



Slika 2. Pregled učesnika u lancu digitalnog terestrijalnog emitovanja

6. UPOTREBA FTTH MREŽA I NJENA EKONOMSKA OPRAVDANOST

Novе usluge kao što su video na zahtev, interaktivna IPTV, HDTV, 3DTV, videokonferencija, telemedicina i ostale aplikacije koje zahtevaju značajniji kapacitet, sigurno će biti glavni pokretači razvoja FTTH pristupnih mreža, koje će moći zadovoljiti sve veće zahteve u pogledu brzine prenosa [5]. Današnje potrebe privatnih korisnika za komunikacionim podacima su 100Mb/s u dolaznom smeru i 30 Mb/s u odlaznom smeru, a takođe su sve veći zahtevi i na simetričnost (dolazni i odlazni smer prenosa).

Prevladavajuća, danas implementirana rešenja širokopoljanskih pristupnih mreža su mreže temeljene na digitalnoj pretplatničkoj liniji (DSL).

Međutim, ova tehnologija ima ograničenja jer je temeljena na infrastrukturi koja je primarno namenjena prenosu glasa. S obzirom na ograničenja postojećih bakarnih parica, nemoguće je svim paricama u nekom kablju dodeliti neku DSL tehnologiju, jer bi u takvom scenariju međusobni štetni uticaji (tzv. preslušavanja) između parica u kablju bili preveliki i dodatno bi ograničili domet i kvalitet prenosa.

U narednom periodu za očekivati je da će operateri ulagati u optičku pristupnu infrastrukturu, a sve s ciljem zadovoljenja potreba korisnika, odnosno kako bi bili u mogućnosti ponuditi široki opseg usluga. Izgradnjom optike do kuće (FTTH - Fiber To The Home) u pristupnoj mreži se ostvaruju mogućnosti za lako povećanje binarnog protoka, a samim tim i garantovani kvalitet (QoS) i povećan stepen sigurnosti mreže. Prva FTTH pristupna mreža instalirana je na Floridi 1986. godine. U doba aktuelne ekonomske krize telekomunikacioni operateri suočeni su sa značajnim padom prihoda [5]. Stoga sa razlogom obazrivo gledaju na nove investicije u FTTH. Kod izbora buduće tehnologije neophodno je imati u vidu i rast potrebe propusnog opsega koji će biti u narednom periodu, a naročito u periodu otplate investicije.

Pogrešna procena bi mogla dovesti do investicija u tehnologiju koja neće imati mogućnost da vrati sopstvenu investiciju, a u međuvremenu će se javiti potreba za modernizacijom mreže. FTTH rešenja su znatno skuplja u odnosu na FTTC/FTTB rešenja, a glavni uzrok tome su visoke cene optičkih terminala ONT i polaganje

privodnih kablova kod korisnika. Cena primene FTTC tehnologije je u proseku oko tri puta niža od cene primene FTTH tehnologije. Razlog je jasan: koristi se postojeća bakarna mreža. Sa druge strane, FTTB tehnologija je oko 30% jeftinija od FTTH, jer nema potrebe za izgradnjom kućne instalacije optičkih kablova, koriste se postojeća bakarna instalacija u zgradi.

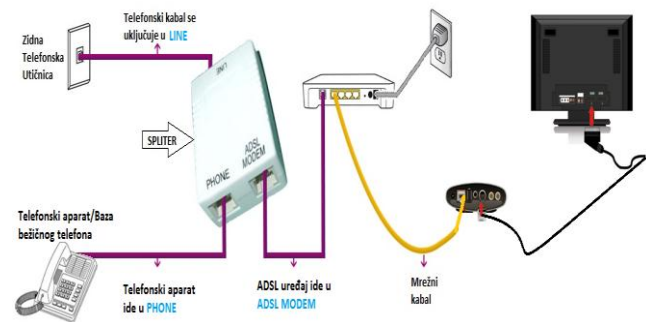
Ipak, FTTH tehnologija ima veće prednosti u uštedi OPEX-a (izdatak koji traje kraće od godinu dana), jer obezbeđuje veće pokrivanje optikom, manje aktivnih čvorova, jednostavniju uspostavu servisa i jeftinije održavanje.

Analiza pokazuje da u roku od 5-6 godina ušteda u OPEX-u je tolika da kompenzuje startnu CAPEX (izdatak koji traje duže od godinu dana) razliku između FTTH/FTTC/B.

Ono što je danas sigurno, jeste da u greenfield investicijama (vrsta investicije za koju je značajno da se sa poslom počinje posve od početka, bez prethodne infrastrukture) polaganje optike jednako košta kao i polaganje bakra, zbog dominantne cene radova, odnosno kopanja. Troškovi polaganja optike smanjuju se duplo ukoliko nema radova na kopanju, oko 60-70% svih troškova je za radove na iskopavanju, tako da je automatski isplativije polagati optiku. Može se zaključiti da FTTH tehnologija sa svojim daleko širim propusnim opsegom i mogućnošću neograničenog rasta, predstavlja sa tehnološkog aspekta veoma dobru investiciju.

7. IPTV SERVIS

IPTV (Internet Protocol TV) je usluga koja je bazirana na ADSL ili nekoj drugoj broadband tehnologiji i korisnicima osigurava da na svom TV prijemniku mogu da prate televizijske i radio kanale, kao i da koriste brojne interaktivne usluge [9]. Prednost ove usluge jeste u tome što u svakom domaćinstvu postoji telefonska parica i sa samim širenjem ADSL mreže, koja u tehničkom smislu podržava IPTV, dolazi i do širenja same IPTV usluge. Povezanost IPTV-a i ADSL-a je prikazana na slici 3.



Slika 3. IPTV preko ADSL-a

Uvođenjem IPTV-a, korisnik dobija mogućnost da preko svog TV-a prati brojne TV i radio kanale jednostavnim upravljanjem set top box uređaja (ovaj uređaj vrši prenos slike i zvuka na TV). S obzirom da je za IPTV uslugu potreban i ADSL priključak, korisnik dobija vrlo kvalitetan širokopoljanski internet pristup.

Za korisnika je najvažnije da on dobija digitalnu sliku izuzetnog kvaliteta koju dosad nije mogao videti na televizoru, izuzev kada je gledao filmove sa DVD plejera. IPTV usluga korisniku pruža mogućnost da gleda sadržaje u visokoj rezoluciji (HD sadržaje).

HDTV odnosno **High Definition Television** je tehnologija koja nudi značajno veći kvalitet slike i zvuka u odnosu na tradicionalne tehnologije prikaza slike i zvuka (PAL, NTSC, SECAM...). HD tehnologija je prvi put predstavljena u SAD-u 90-tih godina prošlog veka od strane grupe kompanija udruženih u *Digital HDTV Grand Alliance*. HDTV nudi daleko veći kvalitet slike u odnosu na standardne televizore. S obzirom da je rezolucija veća, slika je oštija, manje mutna i u celini bliža stvarnosti. HD nudi i glađe pokrete, detaljnije i življe boje, a tu je i vrlo visok kvalitet višekanalnog zvuka koji čini iskustvo gledanja još boljim. HDTV nudi dva kvaliteta signala: **720** i **1080** su osnovne oznake, a njima se dodaje ili slovo "i" ili slovo "p" što označava kakav je način iscertavanja slike (i = *interlaced* - iscertava se svaka druga linija, a onda ostale linije; p = *progressive* - linija po linija se iscertava). 720 i 1080 predstavljaju "visinu" slike, a širina iznosi 1280, odnosno 1920 piksela. Ponekad se navodi i broj slika u sekundi, npr. 720p60 što označava rezoluciju 1280×720, progresivan način „iscrtavanja“ slike i 60 slika u sekundi. Ako se ne spomene broj slika, onda se radi o 50 ili 60 za 720p rezoluciju, dok za 1080 su danas često 24, 25 ili 30 slika (očekuje se da u budućnosti budu formati 1080p50 i 1080p60).

8. ZAKLJUČAK

Najveći broj korisnika usluga nekog od domaćih kablovskih operatera se odlučio za uvođenje kablovske televizije iz tri osnovna razloga:

- prijem slike bez smetnji,
- veći broj domaćih programa (programi svih stanica kojima je dodeljena nacionalna frekvencija, plus određene lokalne i regionalne tv stanice), i
- mogućnost praćenja stranih kanala koji su u ponudi operatera.

Sa uvođenjem digitalnog emitovanja, bar dva od ova tri zahteva će biti moguće ispuniti korišćenjem krovne ili sobne antene. Naime, obezbediće se prijem bez smetnji programa svih domaćih tv stanica (lokalnih, regionalnih i nacionalnih). Korisnicima kojima je dovoljno da gledaju i koriste servise domaćih televizija će to biti omogućeno korišćenjem obične prijemne antene, tj., njima neće više biti potrebna kablovska televizija.

S druge strane, oni koji žele da i dalje uživaju u programskim sadržajima određenih stranih televizija, (onih čije programe nude kablovski operateri u okviru svojih paketa), moraće da ostanu korisnici kablovske televizije. Za te gledaoce će prelazak sa analognog na digitalno emitovanja proći, u neku ruku, neopaženo jer će sve neophodne korake u tom procesu preduzeti sam kablovski operater.

Digitalizacija TV signala podrazumeva zamenu i uvođenje nove televizijske opreme - kako studijske, tako i emisione. Pre svega je potrebno opremiti televizijske studije kako bi u njima mogao da se proizvodi digitalizovan signal. Rame uz rame sa zamenom opreme u studiju ide i zamena uređaja kojima se takav digitalizovni signal prenosi na daljinu (tj. emituje) do korisnika tj. zamena predajnika i ostale emisione opreme.

9. LITERATURA

- [1] Izvodi sa prakse koja je obavljena u kompaniji „Sat-trakt“ u septembru 2014. godine .
- [2] <http://www.telekomunikacije.rs/>
- [3] <http://www.etv.rs/>
- [4] <http://www.dvb.org/>
- [5] Upotreba FTTH mreže i njena ekonomska opravdanost/Infoteh-Jahorina, Elmedin Biberović
- [6] <https://en.wikipedia.org/wiki/IPTV>

Svim internet stranicama je pristupljeno u septembru 2016. godine.



Milan Radić rođen je u Bačkoj Topoli 1990. godine. Diplomski-master rad odbranio je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Telekomunikacione mreže sledeće generacije.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2015. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Duško Bekut	Milan Rackov	Slavko Đurić
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slobodan Dudić
Aleksandar Ristić	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slobodan Krnjetin
Bato Kamberović	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Morača
Biljana Njegovan	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Sonja Ristić
Bogdan Kuzmanović	Đura Oros	Milan Vidaković	Srđan Kolaković
Bojan Batinić	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Srđan Popov
Bojan Lalić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Vukmirović
Bojan Tepavčević	Filip Kulić	Milica Miličić	Staniša Dautović
Bojana Beronja	Goran Sladić	Milinko Vasić	Stevan Milisavljević
Branislav Atlagić	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Stevan Stankovski
Branislav Nerandžić	Gordana	Miloš Živanov	Strahil Gušavac
Branislav Veselinov	Milosavljević	Milovan Lazarević	Svetlana Nikoličić
Branislava Kostić	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Tanja Kočetov
Branislava	Igor Budak	Miodrag Zuković	Tatjana Lončar
Novaković	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Turukalo
Branka Nakomčić	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Todor Bačkalić
Branko Milosavljević	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Toša Ninkov
Branko Škorić	Ivan Beker	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Damir Đaković	Ivana Katić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Plančak	Velimir Todić
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Popović	Veljko Malbaša
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Mitar Jovanović	Veran Vasić
Darko Reba	Jeličić	Mladen Kovačević	Veselin Avdalović
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mladen Radišić	Veselin Perović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Momčilo Kujačić	Vladan Radlovački
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Nađa Kurtović	Vladimir Katić
Dragan Jovanović	Jureša	Nebojša Pjevalica	Vladimir Radenković
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Strezoski
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nemanja	Vladimir Škiljajica
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Stanisavljević	Vlado Delić
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nenad Katić	Vlastimir
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Nikola Brkljač	Radonjanin
Dragana	Karl Mičkei	Nikola Đurić	Vuk Bogdanović
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Jorgovanović	Zdravko Tešić
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragiša Vilotić	Nešić	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Radivoje Rinulović	Željken Trpovski
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radovan Štulić	
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rastislav Šostakov	
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Slavica Mitrović	

